

V Encuentro Internacional sobre la enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Integración de
las ciencias y la
tecnología como
tendencia educativa

ORGANIZAN

SEPTIEMBRE
Universidad
Católica de
Pereira **12 al 14**
DE 2019



APOYAN



Compilador: Arias Mateus, Diego Fernando.

Integración de las Ciencias y la Tecnología como Tendencia Educativa/V Encuentro Internacional Sobre la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales; -- 1 a. ed. -- Colombia: Pereira.

ISBN: 978-958-8487-55-7 (Electrónico). 491 p.

1. Ciencias duras. 2. Educación. 3. Enseñanza. 4. Aprendizaje. 5. TICs

CDD 370. Educación

Catalogación en la publicación – Universidad Católica de Pereira.

Título: Integración de las Ciencias y la Tecnología Como Tendencia Educativa

Autores: Mealla Sánchez, Luis Enrique. Parra pacheco, Luis Felipe. Martínez Iglesias, Eduardo. Fierro Fernández, Ismael Eduardo. Sánchez Bedoya, Héctor Gerardo. González Chica, Sandra Liliana. Gómez Hermida, Mónica María. Montes Zapata, Ernesto. Ramírez Agudelo, Oscar Andrés. Veleño Montagut, Ligia. Jiménez García, Francy Nelly. Cárdenas Montoya, Paulo Cesar. Clavijo Gañán, Egidio Esteban. Ramírez Machado, Elmer. Bedoya Sánchez, Juan Pablo. Rodríguez Zapata, Diana Carolina. Marín Castaño, Lizeth Cristina. Quintero Dussan, Sergio Mauricio. Martínez Salcedo, Diana Paola. Ramírez Bolívar, Iban Alberto. Giraldo Arbeláez, Jorge Eduardo. Osorio Zuluaga, Héctor Jairo. Llanos Valencia, Elkin Alirio. Mira Rada, Beatriz Eugenia. Venegas Segura, Andrés Arturo. Fino Puerto, Nelson Ricardo. Vargas Rojas, Néstor David. García Ramírez, Darwin Esau. Uribe García, María Mónica. Vera Betancourt, Carlos Alberto. Osorio Bolaños, María Alejandra. Espinel Munevar, Edwind Orlando. Mosquera Mosquera, Julio César. Henao Ruso, Astrid Daniela. Ospina Ospina, Daniel Stiven. Acosta Delgado, Carolina. Risk Mora, David Yamil. García Vélez, Angélica. Durango Idárraga, Sebastián. González Santiago, Miguel Ángel. Artamonoba, Irina. Ospina Ospina, Daniel Humberto. Tamayo Alzate, Óscar Eugenio. Arroyave Montoya, Carlos Elías. Contreras Sandoval, Leidy Tatiana. Bolívar Zapata, Daniela. Jaramillo Gómez, Yonatan Ferney. García Osorio, Ángela María. Ramírez Quintero, Luz Adriana. Quintero Rodríguez, Mallerliny. Rodríguez Espinosa, Jhon Alexander. Reyes Pineda, Henry. García Giraldo, Irma María. Jaime Shuederg, Fernando Abimelec. Franco Moreno, Ricardo Andrés. Onofre Villa, Diana Katherine. Rendón León, Sara Daniela. Obando Correa, Nadia Lucia. Rodríguez Medrano, Laura Andrea. Salazar Tiempos, Juan Camilo. Sánchez Morales, Valentina. Neira Castellanos, Marcela. Canastero, Catalina. Racine Cicerí, Valentina. Velazco Vásquez, María Alejandra. Londoño Castañeda, Juan Sebastián. Ortiz Álvarez, Álvaro Hernán. Idarraga Fernández, Camilo Andrés. Fernández Sánchez, Oscar. Jojoa Naspiran, Carlos Andrés. Murcia Londoño, Euclides. Henao López, Juan Carlos. Sabogal Cruz, Ángela Patricia. Quintero Salazar, Edwin Andrés. Arango González, Mauricio. Fernández Sánchez, Oscar.

ISBN: 978-958-8487-55-7 (Electrónico)

Primera edición 2020

Universidad Católica de Pereira

Rector: Pbro. Behitman Alberto Céspedes de los Ríos

Vicerrector Académico: José Nelson Londoño Pineda

Directora de Investigaciones e Innovación: María Luisa Nieto Taborda

Corrección de estilo: Inés Emilia Rodríguez

Ilustraciones: Olga Cataño

Diagramación:

GRÁFICAS BUDA, SAS.

Calle 15 No. 6-23 PBX: 335 72 35

Pereira – Risaralda - Colombia

Reservados todos los derechos

© Universidad Católica de Pereira, 2020

Carrera 21 No. 49-95 Pereira

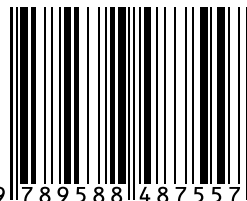
Teléfono 312 40 00

ucp@ucp.edu.co

www.ucp.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad Católica de Pereira, ni genera su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos contenidos en la obra, así como por la eventual información sensible publicada en ella.

Pereira, Colombia
Julio de 2020



ÍNDICE DE CONTENIDO

PRÓLOGO	21
---------------	----

TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA Y LA ESTADÍSTICA	24
--	-----------

Lenguaje metafórico en el discurso docente al abordar el concepto de triángulo	25
I. Introducción	26
II. Desarrollo del Documento	28
III. Conclusiones	32

Un método unificador en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales de primer orden	36
I. Introducción	38
II. Conceptos teóricos	38
2.1. Conceptos teóricos básicos	38
2.1.1 Invariación de una función	38
2.1.2 Generadores infinitesimales.....	39
2.1.3 Coordenadas canónicas.....	39
2.1.4 Teorema.....	40
III. Aplicación del método	40
IV. Conclusiones	44

Geometría dinámica con Logidrez para mejorar la actitud hacia la matemática bajo el enfoque de situaciones problemas (ABP)	46
I. Introducción	48
II. Desarrollo del Documento	48
III. Construcción de instrumento de medición, hallazgos y avances	53
IV. Conclusiones	54

Enseñando matemáticas mediadas por TIC en poblaciones vulnerables	56
I. Introducción	58
II. Propuesta didáctica	59
III. Implementación	62
IV. Conclusiones	64
Lenguaje metafórico docente en la enseñanza del concepto de número natural	67
I. Introducción	69
II. Desarrollo del Documento	69
III. Conclusiones	73
Desarrollo del pensamiento espacial, recuento metodológico. Una perspectiva teórica	76
I. Introducción	78
II. Desarrollo del Documento	79
III. Conclusiones	79
Lenguaje metafórico docente en la enseñanza de los números irracionales.....	81
I. Introducción	83
II. Desarrollo del Documento	84
III. Conclusiones	87
TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA FÍSICA	90
El lenguaje de programación snap como estrategia para el aprendizaje del movimiento parabólico	91
I. Introducción	94
II. Desarrollo del documento	94
III. Conclusiones	101
Habilidades de los estudiantes de educación media rural en la interpretación de gráficas cinemáticas	103
I. Introducción	106
II. Desarrollo del documento	107
III. Conclusiones	112

Aprendizaje Basado en Investigación caso de estudio:	
Física Mecánica	115
I. Introducción	117
II. Descripción de la estrategia	118
III. Metodología	120
IV. Resultados	121
V. Conclusiones	122
Física divertida	125
I. Introducción	126
II. El papel del humor en la enseñanza de la física	127
III. Conclusiones	131
Contextos discursivos en el aula de física y mediación didáctica:	
leyes de newton y la cotidianidad	134
I. Introducción	137
II. Metodología y elementos didácticos	137
III. Resultados y elementos didácticos propuestos en el aula.....	138
IV. Conclusiones	141
Experiencias significativas en la clase de física: una propuesta de los estudiantes de grado once del Gimnasio William Mackinley a propósito de los fenómenos magnéticos y electromagnéticos	144
I. Introducción	147
II. Conclusiones	155
Control basado en <i>Arduino</i> para demostración de la condición de peso aparente	157
I. Introducción	159
II. Marco teórico	160
III. Control de celda de carga por arduino.....	162
IV. Resultados	164
V. Conclusiones	165
Geografía y física atraídas por el magnetismo: un diálogo entre maestros	168
I. Introducción	171
II. Conclusiones	176

Conceptos sobre astronomía presentes en la zona de desarrollo real de estudiantes entre 12-14 años	178
I. Introducción	180
II. Desarrollo del documento.....	182
III. Conclusiones	186
Diseño, construcción y sistematización de un péndulo físico para la enseñanza del movimiento armónico simple en un sistema con un grado de libertad	189
I. Introducción	191
II. Fundamento teórico	192
III. Desarrollo experimental	194
IV. Conclusiones	198
Momento lineal e impulso en condiciones de laboratorio.....	201
I. Introducción	203
II. Marco teórico	204
III. Metodología	205
IV. Resultados	207
V. Conclusiones	210
Impacto académico a partir del CAPIF	213
I. Introducción	214
II. Desarrollo del documento	215
III. Conclusiones	219
Implementación de un sistema automatizado para el estudio de oscilaciones acopladas	221
I. Introducción	223
II. Resultados y discusión	226
III. Conclusiones	233
TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA Y LA BIOLOGÍA	236
Narrar la Ciencia: competencias narrativas y científicas creativas	237
I. Introducción	239

II. Desarrollo del documento.....	240
III. Conclusiones	245
Determinación cuantitativa de antioxidantes presentes en la ahuyama y el tomate chonto por voltamperometría cíclica	248
I. Introducción	251
II. Desarrollo del documento	252
III. Conclusiones	259
Argumentación y aprendizaje del concepto enlace químico	263
I. Introducción	265
II. Desarrollo del documento	266
III. Conclusiones	273
Propuesta para la enseñanza de bioquímica en grado 11	276
I. Introducción	279
II. Desarrollo del documento	281
III. Conclusiones	285
Degradación de colorantes en aguas residuales provenientes de la industria textil a partir de la reacción Fenton	288
I. Introducción	290
II. Desarrollo del documento	291
III. Conclusiones	305
“Ácidos y bases” ambiente de aprendizaje histórico-experimental en química	309
I. Introducción	312
II. Desarrollo del documento	314
III. Conclusiones	315
La experimentación para el fortalecimiento de habilidades de pensamiento científico en estudiantes de grado quinto en una institución educativa de Armenia, Quindío	317
I. Introducción	319
II. Metodología	321
III. Resultados y discusión	323
IV. Conclusiones	333

Material didáctico como alternativa de educación inclusiva, formación científica y aprendizaje significativo	339
I. Introducción	341
II. Desarrollo del documento	343
III. Resultados	346
IV. Conclusiones	352
¿Cómo aporta una salida de campo en el desarrollo de habilidades investigativas de futuros profesores de ciencias?	355
I. Introducción	357
II. Referentes teóricos	358
III. Metodología	361
IV. Resultados	361
V. Conclusiones	368
Química verde experimental en la formación de profesores de ciencias: percepciones como punto de partida	371
I. Introducción	373
II. Desarrollo del documento	374
III. Conclusiones	380
Obtención de alcoholes como propuesta experimental a partir del proceso de fermentación alcohólica del lulo, en el desarrollo de habilidades investigativas	382
I. Introducción	384
II. Desarrollo del documento	385
III. Conclusiones	390
TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES MEDIADAS EN TIC	392
Sistema de bajo costo para la medición indirecta de la gravedad y del coeficiente de fricción cinemático	393
I. Introducción	395
II. Desarrollo del documento	396
III. Conclusiones	397

Estudio de la caída de un cuerpo utilizando fotopuertas de bajo costo	400
I. Introducción	402
II. Desarrollo del documento	403
III. Conclusiones	405
 Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la autorregulación del aprendizaje escolar	407
I. Introducción	409
II. Hallazgos y discusión	409
III. Conclusiones	412
 El uso de herramientas tecnológicas, para mejorar la competencia uso comprensivo del conocimiento científico en química	415
I. Introducción	417
II. Metodología	417
III. Resultados	422
IV. Conclusiones	426
 El ABPy, estrategia metodológica que posibilita la enseñanza el concepto de energía	429
I. Introducción	431
II. Desarrollo del documento	432
III. Conclusiones	438
 Análisis de espectros de diferentes fuentes de luz haciendo uso del software Tracker	441
I. Introducción	443
II. Desarrollo de la actividad	443
III. Resultados y discusión	444
IV. Conclusiones	448
 Aprendizaje Basado en Investigación caso de estudio: Oscilaciones y Ondas	450
I. Introducción	452
II. Metodología	452
III. Resultados	454
IV. Conclusiones	458

Visualización gráfica con GeoGebra en el aprendizaje de Cálculo	461
I. Introducción	464
II. Desarrollo	465
III. Conclusiones	467
Ayudas técnicas en el proceso de bipedestación: una propuesta de investigación desde las ciencias naturales en el colegio La Salle	
Envigado y la Escuela de Ingenieros de Antioquia	469
I. Introducción	471
II. Ayudas técnicas	471
III. La importancia de las tic en el proceso investigativo	473
IV. Conclusiones	475
Las estrategias lúdicas, pedagógicas y tecnológicas, como facilitadoras del aprendizaje significativo de la microbiología en la básica secundaria	477
I. Introducción	480
II. Desarrollo del documento	482
III. Resultados y análisis	484
IV. Conclusiones	487
Aprendizaje del concepto de función de variable real desde sus diferentes representaciones usando GeoGebra	491
I. Introducción	493
II. Metodología	494
III. Resultados y discusión	494
IV. Conclusiones	502
REPOSITORIOS	505

ÍNDICE DE TABLAS

TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA Y LA ESTADÍSTICA

Lenguaje metafórico en el discurso docente al abordar el concepto de triángulo

Tabla I	Análisis de Coincidencia - Docente 3	29
Tabla II	Análisis de Concordancia – Docentes 1, 2 y 3	30
Tabla III	Análisis de Incidencia - Docente 3	30
Tabla IV	Análisis de Discurso - Docente 3	31

Lenguaje metafórico docente en la enseñanza del concepto de número natural

TABLA I	Algunas metáforas del docente 1	70
TABLA II	Algunas metáforas del docente 2	70
TABLA III	Algunas metáforas del docente 3	71

Lenguaje metafórico docente en la enseñanza de los números irracionales

Tabla I	Algunas metáforas del docente 1	85
Tabla II	Algunas metáforas del docente 2	85

TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

Habilidades de los estudiantes de educación media rural en la interpretación de gráficas cinemáticas

TABLA I	Factor Hake de la interpretación de graficas en cinemática para el grupo experimental y de control	111
TABLA II	Resultados dimensión competencias en interpretación de graficas en cinemática para el grupo experimental y de control	112

Aprendizaje Basado en Investigación caso de estudio: Física Mecánica

TABLA I	Test Shapiro Wilk aplicado a las muestras	121
---------	---	-----

Conceptos sobre astronomía presentes en la zona de desarrollo real de estudiantes entre 12-14 años

TABLA I	Conceptos sobre astronomía presentes en la Zona desarrollo real	184
---------	---	-----

Momento lineal e impulso en condiciones de laboratorio

TABLA I	Impulso calculado según la ecuación (3)	209
---------	---	-----

TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA Y LA BIOLOGÍA

Narrar la Ciencia: competencias narrativas y científicas creativas.

TABLA I	Micro-estructura de Van Dijk y narrativa de ciencia	243
TABLA II	Ejemplos de textos Argumentativos basados en Weston	244

Determinación cuantitativa de antioxidantes presentes en la ahuyama y el tomate chonto por voltamperometría cíclica

TABLA I	Parámetros para el cálculo de vitamina C y vitamina E.	258
---------	---	-----

Argumentación y aprendizaje del concepto enlace químico

TABLA I	Preguntas del instrumento de exploración de ideas previas .	267
TABLA II	Rúbrica de evaluación lenguaje verbal	267
TABLA III	Caracterización de las actividades de las guías 1 a 3	269
TABLA IV	Caracterización de las actividades de las guías 4 y 5	269
TABLA V	Caracterización de las actividades de las guías 6 y 7	270

Degradación de colorantes en aguas residuales provenientes de la industria textil a partir de la reacción Fenton

TABLA I	Concentraciones utilizadas para determinar la dosis óptima de Fe(II) y H ₂ O ₂	293
TABLA II	Condiciones inicial	294
TABLA III	Condiciones iniciales del agua en cada tanque de homogenización	294
TABLA IV	Valores óptimos de concentraciones de sulfato ferroso heptahidratado y peróxido	295
TABLA V	Resultados del análisis de DQO a las muestras antes y después de los tratamientos	297
TABLA VI	Análisis estadístico ANOVA multifactorial de los datos experimentales de DQO	298
TABLA VII	Resultados del análisis de color m ⁻¹ a 436 nm a las muestras antes y después de los tratamientos	299
TABLA VIII	Resultados del análisis de color m ⁻¹ a 525 nm a las muestras antes y después de los tratamientos	300
TABLA IX	Resultados del análisis de color m ⁻¹ a 620 nm a las muestras antes y después de los tratamientos	301
TABLA X	Valores tomados para la prueba en planta	302
TABLA XI	Resultados del análisis del agua en el tanque de homogenización (antes del tratamiento) y en el vertedero (después del Fenton)	303

TABLA XII Diferencias entre tratamientos Fenton vs Cloro 304

La experimentación para el fortalecimiento de habilidades de pensamiento científico en estudiantes de grado quinto en una institución educativa de Armenia, Quindío

TABLA I Tipos de preguntas realizadas en las pruebas de papel de acuerdo a cada habilidad..... 323

¿Cómo aporta una salida de campo en el desarrollo de habilidades investigativas de futuros profesores de ciencias?

TABLA I 362
TABLA II 363
TABLA III 364
TABLA IV 365
TABLA V 366

Química verde experimental en la formación de profesores de ciencias: percepciones como punto de partida

TABLA I Fases de desarrollo de la metodología del trabajo..... 375
TABLA II Sistematización de ideas iniciales de los profesores de ciencias en formación inicial sobre el enfoque de química verde 376

TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES MEDIADAS EN TIC

Análisis de espectros de diferentes fuentes de luz haciendo uso del software Tracker

TABLA I Descripción de las fases del colectivo 444

Ayudas técnicas en el proceso de bipedestación: una propuesta de investigación desde las ciencias naturales en el colegio La Salle Envigado y la Escuela de Ingenieros de Antioquia

TABLA I Datos del programa kinovea..... 474

Las estrategias lúdicas, pedagógicas y tecnológicas, como facilitadoras del aprendizaje significativo de la microbiología en la básica secundaria

TABLA I Categorización de conclusiones del álbum Micromundo 485

Aprendizaje del concepto de función de variable real desde sus diferentes representaciones usando GeoGebra

TABLA I. Cálculo de volúmenes 493

ÍNDICE DE FIGURAS

TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA Y LA ESTADÍSTICA

Geometría dinámica con Logidrez para mejorar la actitud hacia la matemática bajo el enfoque de situaciones problemas (ABP 30)

Fig. 1	figurativos Logidrez N5-N3-N1	50
Fig. 2	Caja de herramientas matemática Logidrez	51
Fig. 3	Reconocimiento de Logidrez: guía y lámina	51
Fig. 4	Aplicación de conceptos con Logidrez	52
Fig. 5	Geometría dinámica con Logidrez utilizando GeoGebra y Excel ...	52
Fig. 6	Resumen media aritmética actitud sobre instrumento de medida grado 904-2017	53
Fig. 7	Resumen media aritmética actitud sobre instrumento de medida grado 902-2018	54

Enseñando matemáticas mediadas por TIC en poblaciones vulnerables

Fig. 1	Resultados censales de las pruebas PISA en matemáticas y la Inversión promedio por estudiante [3]	58
Fig. 2	Propuesta curricular del MEN para el área de matemáticas.....	61
Fig. 3	Dispositivo Robótico LEGO MINDSTORMS configurado en modo tanque [17]	62

Lenguaje metafórico docente en la enseñanza del concepto de número natural

Fig. 1	Esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 1	71
Fig. 2	Esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 2	72
Fig. 3	Esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 3	73

Lenguaje metafórico docente en la enseñanza de los números irracionales

Fig. 1	Esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 1	86
Fig. 2	Esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 2	87

TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

El lenguaje de programación snap como estrategia para el aprendizaje del movimiento parabólico

Gráfica 1: Resultados comparativos pregunta 1	100
---	-----

Habilidades de los estudiantes de educación media rural en la interpretación de gráficas cinemáticas

Fig. 1	Actividad potencialmente significativa analizada con software Tracker[6].....	107
--------	---	-----

Fig. 2	Porcentaje respuestas correctas grupo de control.....	110
Fig. 3	Porcentaje respuestas correctas grupo experimental.....	110

Aprendizaje Basado en Investigación caso de estudio: Física Mecánica

Fig. 1	Secuencia resumida de los pasos para implementar el ABI.....	118
Fig. 2	Cuadro de caja y bigotes para las muestras de entrada (rojo)/salida (azul).....	121

*Contextos discursivos en el aula de física y mediación didáctica:
leyes de newton y la cotidianidad*

Fig. 1	Representación Gráfica y esquema de solución (G, 2018).....	140
--------	---	-----

*Experiencias significativas en la clase de física: una propuesta de los estudiantes de
grado once del Gimnasio William Mackinley a propósito de los fenómenos magnéticos
y electromagnéticos.*

Fig. 1	Actividad de selección	148
Fig. 2	Líneas de fuerza magnética.....	149
Fig. 3	Experiencia agujas suspendidas.....	149
Fig. 4	Montaje experimental agujas suspendidas.....	150
Fig. 5	Formación “erizo magnético”	150
Fig. 6	Montaje “levitrón”	151
Fig. 7	Vista lateral, superior y frontal de “motor solenoide”	152
Fig. 8	Motores de rotor en funcionamiento.....	153
Fig. 9	Generador eléctrico de manivela suministrando energía a cuatro led	154
Fig. 10	Montaje generador eléctrico de aspas.....	154
Fig. 11	Estructura interna de motor eléctrico [8].....	155

Control basado en Arduino para demostración de la condición de peso aparente

Fig. 1	Diagramas de cuerpo libre para una persona de masa m que se encuentra en un ascensor. Figura 1a. corresponde a la situación en equilibrio. En 1b y 1c diagramas de cuerpo libre mientras el ascensor se encuentra acelerado hacia arriba y hacia abajo respectivamente.....	160
Fig. 2	Montaje de la balanza controlada por Arduino. En detalle: la celda de carga (1), Microcontrolador Arduino Uno (2), y el Módulo HX-711 (3).....	162
Fig. 3	Masa del cuerpo (eje vertical) en función del tiempo (eje horizontal). Imágen obtenida del IDE de Arduino para una masa de 300g que golpea contra espuma de 4 cm de espesor	164

Conceptos sobre astronomía presentes en la zona de desarrollo real de estudiantes entre 12-14 años

Fig 1	Media luna	183
Fig. 2	Características ópticas de la Luna	184

Diseño, construcción y sistematización de un péndulo físico para la enseñanza del movimiento armónico simple en un sistema con un grado de libertad

Fig. 1	Esquema de Péndulo simple	193
Fig. 2	Montaje Experimental real	194
Fig. 3	Medida Inicial, longitud efectiva del péndulo 0.77m	195
Fig. 4	Entorno de programación secundario (Python 3.7.1)	196
Fig. 5	Comportamiento amortiguado del sistema, para un péndulo con una longitud de 0.26 m.....	197
Fig. 6	Análisis estadístico.....	197
Fig. 7	Oscilaciones Anarmónicas.....	198

Momento lineal e impulso en condiciones de laboratorio

Fig. 1	Elementos relevantes del montaje experimental. Se muestran en detalle los elementos (1-5). Observar el detalle de 4 que corresponde al mecanismo de transmisión de impulso por medio del nivel de tensión en una banda elástica.....	206
Fig. 2	Gráfica Momento Lineal - Tensión 1	208
Fig. 3	Gráfica Momento Lineal - Tensión 3	209

Impacto académico a partir del CAPIF

Fig. 1	Primer Simposio de Estudiantes de Ingeniería Física	216
Fig. 2	Segundo Simposio de Estudiantes de Ingeniería Física.....	216
Fig. 3	Asistentes minicursos	217
Fig. 4	Datos de satisfacción de los conocimientos adquiridos	218
Fig. 5	Presentación de experimentos a estudiantes de nuevo ingreso de ingeniería física.....	219

Implementación de un sistema automatizado para el estudio de oscilaciones acopladas

Fig. 1.	Montaje esquemático del sistema de péndulos acoplados	224
Fig. 2.	Fotografía del sistema real	227
Fig. 3.	Aplicación del Python	228
Fig. 4.	Medida 1. Configuración en fase	229
Fig. 5.	Medida 2. Configuración en fase	230
Fig. 6.	Medida 1. Configuración contra fase	231
Fig. 7.	Medida 2. Configuración contra fase	232
Fig. 8.	Medida 1. Configuración en pulsaciones	233

TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA Y LA BIOLOGÍA

Determinación cuantitativa de antioxidantes presentes en la abuyama y el tomate chonto por voltamperometría cíclica

Fig. 1	Voltamperograma de la vitamina C	253
Fig. 2	Voltamperograma de la Vitamina E.....	253
Fig. 3	Curva de polarización catódica para las vitaminas C y E	254
Fig. 4	Curva de polarización anódica para las vitaminas C y E	255
Fig. 5	Linealización de la cinética del reactor	255
Fig. 6	Cronoamperograma de la vitamina E	256
Fig. 7	Cronoamperograma de la vitamina C	256
Fig. 8	Grafica linealidad vitamina C	257
Fig. 9	Gráfica linealidad vitamina E	257

Argumentación y aprendizaje del concepto enlace químico

Ilus.1	Esquema de las guías “Maravilloso mundo de los átomos”	270
Fig. 1	Resultados pre-test y post-test en el lenguaje verbal	271
Ilus. 2	Argumentación del estudiante 7 para la formación de enlaces en el pretest	272
Ilus. 3	Argumentación del estudiante 7 para la formación de enlaces en el postest	273

Propuesta para la enseñanza de bioquímica en grado 11

Fig. 1.	Laboratorio interactivo	283
Fig. 2.	Laboratorio Interactivo	283
Fig. 3.	Comparación porcentajes pretest y postest	284
Fig. 4.	Comparación porcentajes pretest y postest por grupos de preguntas	285

Degradación de colorantes en aguas residuales provenientes de la industria textil a partir de la reacción Fenton

Fig. 1	Equipo de jarras usado para llevar a cabo la reacción	295
Fig. 2	Superficie de respuesta de la absorbancia a 436 nm	296
Fig. 3	Superficie de respuesta de la absorbancia a 525 nm	269
Fig. 4	Superficie de respuesta de la absorbancia a 620 nm	297
Fig. 5	Variación de la DQO en cada tanque y en los dos tratamientos aplicados	298
Fig. 6	Variación del Color a 436 nm en cada tanque y en los dos tratamientos aplicados	300
Fig. 7	Variación del Color a 525 nm en cada tanque y en los dos tratamientos aplicados	301

Fig. 8	Variación del Color a 620 nm en cada tanque y en los dos tratamientos aplicados	302
Fig. 9	A la izquierda muestra del tanque de homogenización antes del tratamiento y a la derecha muestra tratada con Fenton y sedimentada previamente	303

La experimentación para el fortalecimiento de habilidades de pensamiento científico en estudiantes de grado quinto en una institución educativa de Armenia, Quindío.

Gráf. 1	Desarrollo de habilidad de diseño experimental al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.....	325
Gráf. 2.	Desarrollo de habilidad de clasificación al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas	327
Gráf. 3	Desarrollo de habilidad de análisis de resultados al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.....	330
Gráf. 4	Desarrollo de habilidad del uso de lenguaje científico al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.....	332

Material didáctico como alternativa de educación inclusiva, formación científica y aprendizaje significativo

Fig. 1	Cuestionario con escala Likert aplicado a los estudiantes del curso de Bioquímica	345
Fig. 2	Ejemplo de quiz, para indagar sobre el orden y componentes de la cadena respiratoria, en este caso realizado con selección múltiple con 4 opciones de respuesta y una sola de ellas correcta..	346
Fig. 3	Maqueta construida por una estudiante a partir del modelo presentado de la cadena transportadora de electrones; contiene diferentes formas, texturas y movimiento que permiten percibir e interactuar con el modelo	347
Fig. 4	Modelo en 3D de la mitocondria construida por un estudiante como paso inicial para comprender el modelo de la morfología de la organela donde ocurren importantes rutas metabólicas	348

Química verde experimental en la formación de profesores de ciencias: percepciones como punto de partida

Fig. 1	Los 12 principios de química verde	374
Fig. 2	Ejemplo de preinforme de laboratorio elaborado por los PCFI sobre el concepto de ácido-base	378
Fig. 3	Implementación del recurso inicial de indagación con los PCFI ...	379
Fig. 4	Grupo de laboratorio en el desarrollo de los TPL	379

Obtención de alcoholes como propuesta experimental a partir del proceso de fermentación alcohólica del lulo, en el desarrollo de habilidades investigativas

Fig. 1	Materiales y agar preparado y esterilizado para la realización del medio de cultivo	387
Fig. 2	Cabina de flujo laminar con las muestras de los estudiantes.....	387
Fig. 3	Muestras en la incubadora	388
Fig. 4	Crecimiento de levadura en la muestra concentrada y diluida	388
Fig. 5	Levadura (<i>saccharomyces cerevisiae</i>)	389
Fig. 5	Empleando azul de metileno se identifica con mayor claridad la reproducción por gemación	389

TEMÁTICA: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES MEDIADAS EN TIC

Sistema de bajo costo para la medición indirecta de la gravedad y del coeficiente de fricción cinemático

Fig. 1:	Esquema de la experiencia	396
---------	---------------------------------	-----

Estudio de la caída de un cuerpo utilizando fotopuertas de bajo costo

Fig. 1	Esquema del dispositivo	404
--------	-------------------------------	-----

El uso de herramientas tecnológicas, para mejorar la competencia uso comprensivo del conocimiento científico en química

Fig 1	Características de los mapas conceptuales	418
Fig 2	Estudiantes del grado décimo grupo control.....	424
Fig 3	Estudiantes del grado décimo grupo experimental.....	424
Fig 4.	Estudiantes del grado octavo grupo experimental	425
Fig 5.	Estudiantes del grado octavo grupo control	425

El ABPy, estrategia metodológica que posibilita la enseñanza el concepto de energía

Fig. 1	Estándares para el ABPy	432
Gráf. 1	Análisis de la pregunta ¿Explica con tus palabras que es energía? Cuestionario de indagación de ideas previas	434
Fig. 2	Maquetación realizada por los estudiantes	435
Gráf. 2	Análisis de la pregunta ¿Explica con tus palabras que es energía? Cuestionario final	436
Fig. 3.	Socialización del producto final	437

Análisis de espectros de diferentes fuentes de luz haciendo uso del software Tracker

Fig. 1	Imagen y calibración del espectro de la bombilla de tungsteno	445
Fig. 2	Imagen y calibración del espectro del bombillo led	446
Fig. 3	Imagen y calibración del espectro de una bombilla ahorradora	446

Fig. 4	Comportamiento cualitativo de las tres muestras. (rojo: bombilla tungsteno, verde: bombilla led, azul: bombilla ahorradora)	447
Fig. 5	Comportamiento cualitativo de las muestras tomadas por Frank Thompson [4]	447

Aprendizaje Basado en Investigación caso de estudio: Oscilaciones y Ondas

Fig. 1	Respuesta del test a la entrada y a la salida para los grupos control y experimental.....	454
Cua. 1	Porcentajes de respuesta correcta en los grupos control y experimental	455
Fig. 2	Posición de una partícula de masa m que se mueve con un movimiento armónico simple en función del tiempo.....	456
Fig. 3	Resultados de las 4 opciones de respuesta a la pregunta 3 para el test de entrada y de salida de los grupos control y experimental.....	457
Fig. 4	Resultados de las 4 opciones de respuesta a la pregunta 4 para el test de entrada y de salida de los grupos control y experimental.....	458

Visualización gráfica con GeoGebra en el aprendizaje de Cálculo

Fig 1	Modelo de Llenado de tanque	466
Fig. 2	Sumas de Riemann.....	466

*Ayudas técnicas en el proceso de bipedestación: una propuesta de investigación desde
las ciencias naturales en el colegio La Salle Envigado y la Escuela de Ingenieros de
Antioquia*

Fig. 1.	Calibración de video para uso de software	475
---------	---	-----

*Aprendizaje del concepto de función de variable real desde sus diferentes representaciones
usando GeoGebra*

Fig. 1	Expresiones algebraicas	496
Fig. 2	Ejercicio de tabulación	497
Fig. 3	Representaciones gráficas elaboradas por los estudiantes	499
Fig. 4	Construcción de gráficos	500
Fig. 5	Identificación de las partes de la función	501
Fig. 6	Expresión algebraica	501



PRÓLOGO

Todo se centra en conocer las diferentes formas de concatenar la acción de enseñar con la forma en que piensa el receptor que recibe la práctica de enseñanza el cual tiene un actor y un medio como herramientas para dirigir el pensamiento en un rumbo que permite establecer nuevos horizontes de éxito, éxito que se puede manifestar en la sociedad haciendo grandes cambios aplicando de una mejor manera los conocimientos adquiridos en un proceso educativo. Muchos nos hemos preguntado ¿cuáles son las mejores prácticas de enseñanza? ¿Por qué hay personas que posee algo parecido a un don para llegar a otras mentes con gran maestría? ¿Qué debo implementar en mi práctica docente para que sea mejor? ¿cómo puedo ser aceptado por los estudiantes? ¿qué tecnologías debo conocer y manejar para crear un ambiente de aprendizaje adecuado? ¿Estoy actualizado en los temas que expongo en clase? ¿cuáles son las tendencias de mi disciplina actualmente? ¿qué debo mejorar? ¿cuáles son las redes sociales con pares homólogos en el cual debo estar involucrado? ¿Cómo puedo adaptarme a las dinámicas cambiantes causadas por las nuevas tecnologías en el ejercicio de la enseñanza y el aprendizaje?... etc. Todas estas preguntas son las que motivaron a congregarse en un solo evento a todos los actores de la educación del país y a aquellos que a nivel internacional quisieron unirse para dar respuesta a las preguntas formuladas, es por esto que en las diferentes versiones del Encuentro Internacional Sobre la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales se tuvo gran respuesta de docentes y estudiantes de todos los niveles educativos y más aún en esta quinta versión.

Sabemos que estamos cruzando para esta época, una nueva era que cambia el paradigma de observación y de actuación, debido a esto, se tomó como iniciativa llamar al quinto encuentro “integración de las ciencias y la tecnología como tendencia educativa” con el fin de abordar en cuatro líneas temáticas las tendencias de la enseñanza – aprendizaje: matemáticas y la estadística, la física,

química y biología, ciencias exactas y naturales mediada en TIC, con base en el uso de tecnologías emergentes digitales y la industria 4.0.


La organización de este encuentro internacional fue dirigida por cuatro universidades que son: Universidad Tecnología de Pereira UTP, Universidad del Quindío UQ, Universidad Nacional sede Manizales UNAL y la Universidad Católica de Pereira UCP, específicamente y en su orden misionado, Facultad de Ciencias Básicas UTP, Facultad de Ciencias Básicas y Tecnología UQ, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UNAL y el Departamento de Ciencias Básicas UCP, en donde se realizaron previamente reuniones permanentes en los diferentes campus para acordar los aportes de cada una de la instituciones y los roles que desempeñarían tanto en la planeación, desarrollo y finalización de tan importante evento, sin ellos no hubiera sido posible traer los conferencistas y de haber congregado a casi 350 personas en la sede del encuentro que en esta ocasión fue el turno para el campus de la UCP.

En nombre de las cuatro universidades les damos gracias a todos los presentes en las modalidades de asistente, ponente oral, ponente poster, y conferencistas que vinieron de diferentes universidades e instituciones de educación secundaria y media de todo el país y también a aquellos que participaron arribando desde países como México, España y Chile, los cuales compartieron sus investigaciones y experiencias, que aquí en este libro se plasman y queda como consulta para todas aquellas personas interesadas en estar un paso adelante en las tendencias de la educación y la tecnología desde la mirada de las ciencias exactas y naturales. Así mismo quiero agradecer a nuestros conferencistas y talleristas quienes fueron la luz que guiaron el rumbo de todos los asistentes en los tres días en el que se desarrollo el encuentro: a la Dra. Ileana María Greca Dufranc de España por su conferencia “La integración de la Ciencia y la Tecnología desde infantil: resultados de aplicación de propuestas i-STEAM” y quien dio la apertura del encuentro, al Dr. Alex Raimundo Sepúlveda Cerda de Chile por su conferencia “Modelación Matemática como Herramienta para la Enseñanza-Aprendizaje”, al Dr. Jhon Jairo Prias Barragán de Colombia por su conferencia “Integración de la ciencia y la tecnología en el estudio del grafeno oxidado multicapa”, a la Dra. María Teresa Gómez Medina de México por su conferencia “Diseño de herramientas didácticas basadas en tecnología”, al Dr. John Eder Sánchez de México por su conferencia “Nanoantenna: high efficiency thermoelectric nano-materials for solar harvesting energy applications”, al Dr. Jhon Jairo Vargas Sánchez de Colombia por su conferencia “Técnicas estadísticas para el fortalecimiento de

artículos científicos que evalúan intervenciones de aula” y finalmente a la Dra. Alba Graciela Ávila Bernal por su conferencia “Carreras construidas en ciencia y tecnología con impactos en proyectos de educación e investigación aplicada”, en su orden nuestros prestigiosos conferencistas nos visitaron desde las siguientes universidades: Universidad de Burgos – España, Universidad de la Frontera – Chile, Universidad del Quindío – Colombia, Sistema Avanzado de Bachillerato y Educación Superior (SABES) del Estado de Guanajuato– México, Universidad Autónoma de San Luis Potosí – México, Universidad del Magdalena – Colombia, Universidad de los Andes – Colombia. Por otro lado, mencionar a los talleristas: Dra. Ileana María Greca Dufranc, Dra. María Teresa Gómez Medina, Dr. Jhon Jairo Vargas Sánchez, Dra. Alba Graciela Ávila Bernal, David Esteban Peláez Gómez, Dr. Euclides Murcia Londoño, Dr. Juan Carlos Henao López, Dra. Mónica María Gómez Hermida, MSc. James Andrés Moncada, MSc. Mádelen Acosta. A nuestros patrocinadores: Secretaria de Educación de Pereira, Secretaria de Educación de Dosquebradas, SABES, Didácticas y Matemáticas, HI-TECH, KEYSIGHT.


Finalmente, este libro presenta los resúmenes de los trabajos que se presentaron en el V Encuentro Internacional sobre la Enseñanza de la Ciencias Exactas y Naturales, los cuales tuvieron una revisión desde el punto de vista de corrección de estilo y ajustes de formato del libro, muchos de ellos se devolvieron a los autores para que hicieran los ajustes por lo que muy pocos no retornaron lo cual no aparecen en este escrito. Espero que esta publicación sea una motivación genuina, sana y respetuosa para todos los que la hicieron posible y para aquellos que quieran tomarla como referente para las investigaciones actuales y futuras. Así pues, es un texto de reflexión de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias exactas y naturales y el momento de considerar el significado de las temáticas abordadas en la construcción de conocimiento de la mayoría de las disciplinas que existen, que desaparecerán y las que la humanidad va a necesitar.

MSc. Jorge Enrique Herrera Arroyave
Director Departamento de Ciencias Básicas UCP
Junio del 2020

A hand holding a futuristic, silver and black robotic device. The background is a digital interface with various charts and data points. A bar chart on the right shows percentages: 100%, 80%, 70%, and 60%. There are also circular gauges and lines representing data trends.

**Integración de
las ciencias y la
tecnología como
tendencia educativa**

Temática:
**Enseñanza y aprendizaje de
la matemática y la estadística**



LENGUAJE METAFÓRICO EN EL DISCURSO DOCENTE AL ABORDAR EL CONCEPTO DE TRIÁNGULO¹

Metaphorical language in teacher discourse
when addressing the concept of triangle

C. Idárraga², O. Fernández³

1 Este es un resultado derivado del proyecto de investigación “Imaginaris matemáticos en el Eje Cafetero 20182019. Fase dos”, código 3-18-3, financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira.

2 Universidad Tecnológica de Pereira; Contacto: oscarf@utp.edu.co

3 Universidad Tecnológica de Pereira; Contacto: rosalba01444@utp.edu.co

Resumen

Se presentan aquí los resultados del análisis del discurso de tres docentes en la enseñanza del concepto de triángulo, mediado por la utilización de material didáctico Etnomatemático. Se logró identificar la presencia de metáforas en el discurso de aula y caracterizar el lenguaje metafórico que, de manera inconsciente, utilizan los profesores para abordar el concepto matemático en estudio. Con un enfoque de investigación cualitativo se determinó la incidencia del uso de lenguaje metafórico en la comprensión por parte de los estudiantes del concepto de triángulo.

Palabras clave

Concepto formal, Etnomatemática, incidencia, metáfora, triángulo.

Abstract

The results of the discourse analysis of three teachers in the teaching of the concept of a triangle mediated by the use of ethnomathematical teaching material are presented here. It was possible to identify the presence of metaphors in classroom discourse and characterize the metaphorical language that teachers unconsciously use to address the mathematical concept under study. With a qualitative research approach, the incidence of the use of metaphorical language in the students' understanding of the triangle concept was determined.

Keywords

Metaphor, formal concept, incidence, triangle, ethnomathematics.

I. INTRODUCCIÓN

Mediante esta investigación de tipo cualitativo y etnográfica, centrada en el docente, se aborda lo concerniente a la utilización del lenguaje y a las habilidades comunicativas, enfatizando en el estudio y análisis de las metáforas usadas durante el desarrollo de la clase de matemáticas, con un objeto matemático específico: el Triángulo, y cómo a través de estas metáforas, se puede hacer un estudio para evidenciar los imaginarios personales y colectivos.

Desde la Universidad Tecnológica de Pereira y el Grupo de Investigación en Pensamiento Matemático y Comunicación (GIPEMAC), se han impulsado diferentes propuestas de investigación con base en el estudio y análisis del lenguaje

metafórico docente, y cómo uno de los resultados ha sido el alto porcentaje de incidencia negativa de las metáforas empleadas por el docente en el aprendizaje de los estudiantes. Con el propósito de mejorar dicha incidencia, se propuso dentro de esta investigación la elaboración colectiva de una guía didáctica y Etnomatemática que sirva de soporte y orientación a la clase realizada por los tres docentes participantes en el proyecto.

El estudio de la Geometría se inicia con la geometría plana, y dentro de ella, uno de los focos más importantes es el estudio de los polígonos. El polígono más simple de todos es el triángulo y, además, es base para el estudio posterior de los demás polígonos, de ahí su importancia y la necesidad de que su estudio y comprensión sea en profundidad [1]. “Para el objeto matemático de estudio hay un currículo escolar donde el estudiante aprende a razonar y a ver la estructura axiomática de las Matemáticas con base en la Geometría” [10].

De otro lado, la Etnomatemática son todas las matemáticas posibles [2]; con base en ella se resalta el contexto cultural y la cotidianidad que vive la comunidad educativa del presente estudio. Para acopiar la información, se realizaron varias charlas y entrevistas con el fin de definir cuáles son los materiales más apropiados para el desarrollo de la guía. Además, se incluyeron dos actividades previas antes de la construcción, que sirven de ambientación e introducción al tema, partiendo de la realidad, vivencias y experiencias de la población que constituye la unidad de trabajo.

El presente estudio, además, parte de considerar que, si en la etapa inicial del desarrollo se utiliza un material manipulativo que facilite y contribuya a potenciar la capacidad de visualización, se estará contribuyendo al desarrollo del razonamiento y de habilidades para justificar cualquier supuesto y, por ende, a la mejora del sentido espacial [4].

Apoyados en el marco teórico: Teoría cognitiva de las matemáticas, Teoría de la Etnomatemática, Pensamiento metafórico y el Enfoque Comunicacional, se realizó el análisis y conclusiones.

Asimismo, para obtener resultados óptimos en la enseñanza de las matemáticas, el lenguaje metafórico juega un papel esencial como elemento dinamizador del proceso, tanto de enseñanza como de aprendizaje. Actúa como facilitador u

obstaculizador de los procesos de comprensión que se suscitan en el aula de clase alrededor de un objeto matemático; cuando el docente agota el lenguaje formal debe recurrir a un lenguaje informal. “Poniendo de manifiesto la importancia del pensamiento metafórico, entendido como la interpretación de un campo de experiencias en términos de otro ya conocido” [3].

El papel pensamiento metafórico en la formación de los conceptos matemáticos, es un tema que cada vez tiene más relevancia para la investigación en didáctica de las matemáticas, teniendo en cuenta que: “El lenguaje hace parte activa del proceso de enseñanza de las matemáticas debido a la estructura de nuestro sistema de comunicación” [6].

Se puede dar el caso en que las metáforas empleadas por el docente, en vez de ayudar al entendimiento y comprensión de los temas, sean un obstáculo para el estudiante, lo cual se debe principalmente a las diferencias culturales, formativas y de contexto social que puedan existir entre los actores involucrados en el proceso [8].

Desde esta óptica, se propone como uno de los objetivos para este trabajo de investigación, disminuir la incidencia negativa de las metáforas empleadas por los docentes a través de la elaboración colectiva de una guía didáctica y Etnomatemática, que sea utilizada por los tres docentes en estudio para el desarrollo de la clase.

En el desarrollo de este trabajo se propuso la descripción y realización de tareas, usando materiales propios de la vereda, de fácil consecución, económicos y manipulativos, con el objetivo de proporcionar a los estudiantes un acercamiento sencillo y familiar a los conceptos geométricos desde su entorno.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Se implementa la metodología planteada y con el fin de obtener la caracterización del discurso metafórico de cada docente; se hizo énfasis en el análisis y discusión de los datos obtenidos, y se procede mediante los siguientes pasos:

- 1- Análisis de Coincidencia
- 2- Análisis de Concordancia
- 3- Análisis de Incidencia

4- Análisis del discurso docente

5- Retroalimentación

Se utiliza la escala Likert, [6]. (5 = Muy de Acuerdo, 4 = De acuerdo, 3 = Indiferente, 2 = En desacuerdo, 1 = Muy en desacuerdo), la cual asigna a cada categoría cualitativa un valor cuantitativo, el cual se utiliza posteriormente para el análisis estadístico. Se construyen las tablas I, II y III para ilustrar y resumir el análisis de coincidencia para cada docente en estudio.

De esta manera, si la respuesta de la estudiante fue muy acorde con lo pretendido por el docente, esta obtuvo una calificación de 5; si, por el contrario, lo expresado por la estudiante no coincidía en nada con lo pretendido por el docente, la calificación que obtuvo fue de 1, y así sucesivamente, según la Tabla III. El puntaje de 3 corresponde a una situación donde el estudiante No sabe o No responde [9].

Se observa que los resultados en promedio para los 3 docentes arrojan una coincidencia superior a 4,00, lo cual es muy positivo.

TABLA I. ANÁLISIS DE COINCIDENCIA - DOCENTE 3

	5	4	3	2	1			Coincidencia
	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	Suma	Suma Pond	Promedio
FM1D3	4	8	0	0	0	12	52	4,33
FM2D3	5	5	0	2	0	12	49	4,08
FM3D3	8	4	0	0	0	12	56	4,67
FM4D3	0	12	0	0	0	12	48	4,00
FM5D3	6	6	0	0	0	12	54	4,50
FM6D3	3	3	4	0	2	12	41	3,42
FM7D3	4	0	4	4	0	12	40	3,33
FM8D3	8	0	2	0	2	12	48	4,00
FM9D3	8	0	2	0	2	12	48	4,00
SUMA	46	38	12	6	6	108	436	4,04
Frec Rel	42,59%	35,19%	11,11%	5,56%	5,56%			

FM1D3: Frase metafórica número 1 del docente 3 y así sucesivamente.

- Tonalidades de Color Verde significan Coincidencia Alta (de 4.50 a 5.00).
- Tonalidades de Color Naranja significan Coincidencia media (de 3.50 a 4.49).
- Tonalidades de Color Rojo significan Coincidencia baja (inferior a 3.50).

Para el segundo análisis se utiliza una vez más la escala Likert, con el fin de evaluar la concordancia entre la intención del docente y el concepto matemático formal. Así:

TABLA II. ANÁLISIS DE CONCORDANCIA – DOCENTES 1, 2 Y 3

RESUMEN PUNTAJES DE CONCORDANCIA			
CODIGO	DOCENTE 1	DOCENTE 2	DOCENTE 3
M 1	4	4	4
M 2	4	2	3
M 3	4	2	4
M 4	4	5	4
M 5	4	5	4
M 6	5	4	5
M 7	5	4	5
M 8	4	4	5
M 9	4	4	5

Se observa que el resultado del nivel de concordancia es muy bueno para los tres docentes, con pocas excepciones.

Después de los análisis de coincidencia y de concordancia, se procede con el análisis de incidencia. En el aprendizaje, la incidencia es positiva si la coincidencia y la concordancia tienen un puntaje igual o superior a 4.0 para la misma frase metafórica; en caso contrario, la incidencia será negativa cuando para la misma frase metafórica se obtuvo un puntaje inferior a 4.0, ya sea en la coincidencia o en la concordancia.

TABLA III. ANÁLISIS DE INCIDENCIA - DOCENTE 3

ANÁLISIS DE INCIDENCIA - DOCENTE 3			
CÓDIGO	COINCIDENCIA	CONCORDANCIA	INCIDENCIA
M 1	4,33	4	POSITIVA
M 2	4,08	3	NEGATIVA
M 3	4,67	4	POSITIVA
M 4	4,00	4	POSITIVA
M 5	4,50	4	POSITIVA
M 6	3,42	5	NEGATIVA
M 7	3,33	5	NEGATIVA
M 8	4,00	5	POSITIVA
M 9	4,00	5	POSITIVA

Para Anna Sfard [5] es clave el significado del discurso dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, y reitera la importancia de aprender matemáticas como la acción de desarrollar un discurso, con un principio teórico básico: “La comunicación se debe entender no como una mera ayuda al pensamiento, sino como equivalente al pensamiento mismo” [5].

Según su función, las metáforas se clasifican en: estructurales, ontológicas u orientacionales. En esta clasificación resalta el hecho de que el discurso matemático está cargado normalmente de metáforas ontológicas [7].

Con referencia a la siguiente tabla, aquellas metáforas que se encuentran en letra color rojo corresponden a las frases metafóricas de incidencia negativa, y las demás corresponden a las frases metafóricas de incidencia positiva.

TABLA IV. ANÁLISIS DE DISCURSO - DOCENTE 3

ANÁLISIS DEL DISCURSO - DOCENTE 3		
OBJETO MATEMÁTICO	CLASIFICACIÓN DE LAS METÁFORAS	METÁFORA EXTRAIDA DE LA FRASE METAFÓRICA
CONCEPTO DE TRIÁNGULO	ONTOLÓGICA - ESTRUCTURAL	El triángulo es una figura que se refleja en la montaña
		El triángulo es una figura que se evidencia en el paisaje
		El triángulo es una figura que se evidencia en el techo
		El triángulo es una figura que se observa dentro de las hojas
		El triángulo es una figura que se asocia con una piedra
		El triángulo es una figura que se parece a la hoja
		Un ángulo de un triángulo es una abertura entre 2 ramitas
	ONTOLÓGICA	Los lados del triángulo son ramitas
		Los vértices del triángulo son bolitas de barro

- Retroalimentación de resultados

Inicialmente, se planteó hacer la retroalimentación de forma individual con cada docente, pero por sugerencia de ellos mismos y en común acuerdo se realizó en forma de diálogo grupal.

Para el docente 1, respecto a la coincidencia y en forma general, le preocupa bastante el buen uso del lenguaje y las habilidades comunicativas; es consciente de que debe mejorar si desea que los estudiantes aumenten la comprensión y, por ende, el aprendizaje de los temas y conceptos en matemáticas. Además, también reconoce que le faltó precisar los elementos básicos del triángulo durante la explicación del tema.

A los docentes 2 y 3, esta investigación les generó grandes reflexiones, a pesar de todos los años que llevan de experiencia docente. Expresan el querer ser más cuidadosos a la hora de usar un lenguaje informal o metafórico para explicar un concepto formal, y se comprometen a retroalimentar, investigar y mejorar con los estudiantes las frases metafóricas de incidencia negativa. También resaltan la importancia de la guía didáctica y Etnomatemática construida en equipo y empleada para el desarrollo de la clase.

III. CONCLUSIONES

Con base en la pregunta de investigación y en la hipótesis sobre las posibles implicaciones de la aplicación de una guía didáctica y Etnomatemática, se concluye que, en general, para los tres (3) docentes objeto de estudio, se mejoró la incidencia del lenguaje metafórico, con respecto a las investigaciones anteriores del macro-proyecto en la fase 1. La situación que desde un comienzo preocupó al autor de este trabajo, genera satisfacción al haber logrado el objetivo propuesto. También es importante precisar el papel clave que pueda jugar el objeto matemático a la hora de trabajar con materiales manipulativos, como lo sugieren varios autores, en este caso, el triángulo permite explorar varias posibilidades.

De otro lado, para aquellas frases metafóricas donde la incidencia negativa se debe al bajo nivel de coincidencia, se observó en la mayoría de los casos que la intencionalidad del docente estaba acorde con la definición formal (buena concordancia). Esto implica que, aunque los maestros dan cuenta de su buena formación matemática, las expresiones de tipo metafóricas utilizadas en clase no son productivas o, simplemente, no son las más adecuadas para el proceso de comprensión y aprendizaje del concepto de triángulo. Por lo tanto, los docentes dentro de la preparación de la clase o de una guía didáctica, deben incluir el estudio sobre las metáforas más adecuadas para explicar el concepto formal de un objeto matemático cualquiera.

En cuanto a la caracterización del docente 3, se basa en los siguientes aspectos: resalta el uso de los verbos “evidenciar” y “asociar” en las metáforas de clase ontológica-estructural. En general, la incidencia del lenguaje metafórico en el aprendizaje resultó positiva (6 de 9). Las frases 2, 6 y 7 presentaron una incidencia negativa en la comprensión del concepto de triángulo.

Para el docente 3, solo la frase metafórica 2 presenta baja concordancia, las demás frases empleadas tienen un puntaje mayor o igual a 4, por no precisar en la conceptualización los componentes básicos del triángulo.

El docente 3 tiene un promedio en el análisis de coincidencia de 4.04 (buen nivel de coincidencia). Un 78% refleja alta aceptación y comprensión de las frases metafóricas (43% muy de acuerdo, más 35% de acuerdo). Tan solo un 11% refleja baja aceptación y comprensión de las frases metafóricas (5% en desacuerdo, más 6% muy en desacuerdo); y el 11% se muestra indiferente. Los datos señalan también que en el docente 3, las frases metafóricas 6 y 7 reflejan baja coincidencia.

La información anterior evidencia lo referido en el marco teórico de la investigación. La teoría cognitiva de las matemáticas, el pensamiento metafórico, la teoría de la Etnomatemática y el enfoque comunicacional, constituyen la herramienta clave para la planeación de una clase de matemáticas: “La poca conexión del lenguaje concebido por un experto en matemáticas (profesor) con una estudiante que apenas inicia su experiencia vivencial con esta ciencia, crea un conflicto entre significados que deben ser mediados, precisamente, en el proceso comunicativo” [9].

REFERENCIAS

- [1] C. Soriano, “La metáfora conceptual,” in *Lingüística cognitiva*, Barcelona, Anthropos, 2012, pp. 87 - 109.
- [2] D’Ambrossio, Conferencia latinoamericana de matemáticas. Brasil, 1985.
- [3] E. Lizcano, *Metáforas que nos piensan. Sobre ciencia, democracia y otras poderosas ficciones*, Madrid: Bajo cero / Traficantes de sueños, 2006.
- [4] G. Lakoff y R. Núñez, *Where mathematics come frome. How the embodied mind brings mathematics into being*, Basic Books, 2000.
- [5] A. Sfard, *Aprendizaje de las matemáticas escolares desde un enfoque comunicacional*, Cali: Universidad del Valle, 2009, pp. 39-110.
- [6] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la investigación*, vol. 4, Mexico D.F.: McGraw-Hill, 2006, pp. 561 - 580.
- [7] G. Lakoff y M. Johnson, *Metáforas de la vida cotidiana*, Sexta ed., Madrid: Cátedra, 2004.
- [8] V. Font y J. Acevedo, “Fenómenos relacionados con el uso de metáforas en el discurso del profesor. El caso de las gráficas de funciones,” *Enseñanza de las ciencias*, vol. 21, n° 3, pp. 405-418, 2003.
- [9] V. Rojas, “Incidencia del lenguaje metafórico empleado por el docente en el aprendizaje del concepto de número complejo con estudiantes de grado noveno de la institución educativa Hogar Nazaret de Dosquebradas,” M.S. thesis, Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, 2017.
- [10] NCTM, *Principios y estándares para la Educación Matemática*. Granada, 2003.

Autor 1: Camilo Andrés Idárraga Fernández.

Documento de Identificación: 10 021 634

Correo: rosalba01444@utp.edu.co

Magister en Enseñanza de las Matemáticas de la Universidad Tecnológica de Pereira. Químico Industrial de la misma universidad. Tecnólogo en Química, de la misma universidad. Monitor del Grupo de Investigación en Pensamiento Matemático y Comunicación GIPEMAC.

Áreas de investigación: Pensamiento matemático y comunicación, Química ambiental y Laboratorio de emprendimientos.

Autor 2: Oscar Fernández Sánchez

Documento de Identificación: 79 296 054

Correo: oscarf@utp.edu.co


Doctor en Ciencias de la Educación,

RUDECOLOMBIA-UTP, 2014. Licenciado en Matemáticas, Universidad del Cauca, 1988.

Magister en Ciencias Matemáticas, Universidad de Valle, 1994. Profesor titular de planta del Departamento de Matemáticas en la Universidad Tecnológica de Pereira. Autor del libro: El sentido del número al margen de Occidente (2018), Algunas publicaciones: Fernández, O., Mesa, F. y Valencia, A. Introducción al Álgebra Lineal, Bogotá, D.C., Ediciones ECOE, 2012.

Fernández, O. De la Pava, E. y Salguero, B. “Modelación Matemática con estructura de edad del riesgo de infección tuberculosa en la ciudad de Cali,” Matemáticas: Enseñanza Universitaria, Corporación Escuela Regional de Matemáticas, vol. XVI, no. 2, pp. 37-56, dic. 2008. Fernández, O. “Pensamiento matemático de los Mayas. Una creación metafórica,” Entre Ciencia e Ingeniería, vol. 4, no. 8, pp. 174-188, dic. 2010.

Campos de investigación: Etnomatemática, Teoría Cognitiva de la Matemática, Modelación Matemática en el aula y Didáctica de la Matemática. Líder del Grupo de Investigación en Pensamiento Matemático y Comunicación-GIPEMAC.



UN MÉTODO UNIFICADOR EN LA
ENSEÑANZA DE LAS ECUACIONES
DIFERENCIALES DE PRIMER
ORDEN

A unifying method in teaching
first order differential equations

H. H. Ortiz¹

¹ Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, código ORCID: 0000-0001-5605-1980. Contacto: hhortiza@unal.edu.co.

Resumen

En este trabajo se presenta un método poco conocido en la solución de ecuaciones diferenciales de primer orden a nivel de pregrado y su posible incorporación o discusión en los microcurrículos correspondientes. El método en cuestión se fundamenta en el estudio de las transformaciones puntuales y su efecto sobre las ecuaciones diferenciales. En particular serán de interés aquellas transformaciones que dejen invariante la ecuación diferencial, pues permiten la construcción de un sistema de coordenadas en las cuales la ecuación diferencial sea separable. Cabe resaltar que aquellas ecuaciones que generalmente se abordan en cursos de pregrado (Lineal, homogénea, Bernoulli, exactas y de factores integrantes) son susceptibles de ser abordadas con esta técnica. Para lo anterior, se abordan los fundamentos básicos del método y se expone mediante ejemplos su aplicación. Por último se hacen algunas observaciones sobre cómo podría implementarse en un curso regular de ecuaciones diferenciales ordinarias en programas de matemáticas o ingeniería.

Palabras clave

Ecuaciones diferenciales, grupos de Lie, coordenadas canónicas.

Abstract

In this paper a littleknown method is presented in the solution of first-order differential equations at the undergraduate level and its possible incorporation or discussion in the corresponding microcurriculum. The method in question is based on the study of point transformations and their effect on differential equations. In particular, those transformations that leave the differential equation invariant will be of interest, since they allow the construction of a coordinate system in which the differential equation is separable. It should be noted that those equations that are generally addressed in undergraduate courses (Linear, homogeneous, Bernoulli, exact and integrating factors) are likely to be addressed with this technique. For the above, the basic foundations of the method are addressed, and its application is explained by examples. Finally, some observations are made on how it could be implemented in a regular course of differential equations for mathematics or engineering programs.

Keywords

Differential equations, Lie groups, canonical coordinates

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de las ecuaciones diferenciales surge de manera natural con la aparición del cálculo diferencial e integral, estas ecuaciones han servido para el modelamiento de diversos fenómenos como el crecimiento de poblaciones, desarrollo de reacciones químicas, vibraciones libres y forzadas son solo algunos ejemplos. Habitualmente la aproximación analítica en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales de primer orden se replica semestre a semestre como una sucesión de técnicas para cada clase de ecuación diferencial. Las lineales con su factor integrante, las homogéneas y de Bernoulli con su sustitución especial, etc. El matemático noruego Sophus Lie logró relacionar esta área con los trabajos de Evarist Galois en la solución de ecuaciones algebraicas. Entre los resultados más relevantes de Lie, está el haber identificado la invariación de una EDO de primer orden bajo un grupo de simetrías como una condición para su solución en términos de cuadraturas. Lo anterior, permite abordar la mayoría de EDO's que se estudian en un curso regular de ecuaciones diferenciales, desde una mirada unificadora, que recoge bajo la característica de la invariación ecuaciones que históricamente se fueron resolviendo bajo diferentes heurísticas sin una aparente relación conceptual entre ellas (Ortiz, 2012).

A pesar de que esta teoría se aborda a nivel de maestría y doctorado en programas muy específicos de matemática, puede ser considerada como una alternativa para la enseñanza en cursos de pregrado, respetando claro está las realidades sobre las competencias matemáticas observadas a este nivel.

En el desarrollo se presenta inicialmente un a discusión sobre los fundamentos teóricos del método. Luego, se ilustra el método mediante la solución de varias ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO's) de primer orden. Por último se presentan conclusiones y observaciones sobre la posible utilización de esta técnica en cursos de pregrado.

II. CONCEPTOS TEÓRICOS

2.1. Conceptos teóricos básicos

2.1.1 Invariación de una función.

Una ecuación diferencial de primer orden $f(x, y, y') = 0$ es invariante bajo un grupo de simetrías de la forma:

$$\begin{aligned} x_1 &= \varphi(x, y, \alpha), & y_1 &= \phi(x, y, \alpha), \\ y'_1 &= \theta(x, y, y', \alpha) = \frac{dy_1}{dx_1}, \end{aligned} \quad (1)$$

(donde α toma valores en los reales), si . Lo anterior es equivalente a la condición

$$df(x_1, y_1, y'_1) = 0. \quad (2)$$

Es posible demostrar que la ecuación (2) es a su vez equivalente a la ecuación (3) [1],

$$\xi f_x + \eta f_y + (\eta_x + (\eta_y - \xi_x)y' - \xi_y(y')^2) f_{y'} = 0 \quad (3)$$

donde,

$$\xi(x, y) = \left. \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=0}, \quad \eta(x, y) = \left. \frac{\partial \phi}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=0} \quad (4)$$

2.1.2 Generadores infinitesimales. A todo grupo uniparamétrico de transformaciones de la forma (1) están asociados generadores o simetrías infinitesimales dados por (4) si se imponen condiciones de diferenciabilidad adecuadas a las funciones que intervienen [2,6].

2.1.3 Coordenadas canónicas. Si una ecuación diferencial ordinaria de primer orden es invariante bajo un grupo de transformaciones uniparamétrico, entonces existen coordenadas canónicas que permiten transformar dicha ecuación diferencial en una de variables separables [3].

Primero debe observarse que una EDO de variables separables de la forma $\frac{dy}{dx} = h(x)$ es invariante bajo el grupo de traslación $x_1 = x$ y $y_1 = y + \alpha$.

En estas nuevas coordenadas, obtenemos de nuevo $\frac{dy_1}{dx_1} = h(x_1)$.

2.1.4 Teorema

Sean $(X(x, y), Y(x, y))$ nuevas coordenadas que transforman una EDO de primer orden invariante bajo un grupo de transformaciones a un parámetro, con generadores infinitesimales ξ y η . Para que la ecuación así transformada sea de variables separables, es decir para que sea invariante bajo el grupo de traslación paralela al eje x , debe cumplirse

$$\begin{aligned}\xi X_x + \eta X_y &= 0, \\ \xi Y_x + \eta Y_y &= 1.\end{aligned}\tag{5}$$

La solución de estas dos ecuaciones proporciona las coordenadas buscadas X y Y a las cuales se les conoce como coordenadas canónicas. En estas nuevas coordenadas se obtiene como ecuación transformada

$$\frac{dY}{dX} = g(X, Y)\tag{6}$$

Donde $g(X, Y)$ debe identificarse para cada ecuación diferencial a resolver.

III. APLICACIÓN DEL MÉTODO

En resumen, Si una ecuación diferencial ordinaria de primer orden es invariante bajo un grupo de transformaciones uniparamétrico, entonces es posible construir un cambio de coordenadas bajo los cuales la ecuación diferencial se transforme en una de variables separables. Dichas coordenadas dependen también de los generadores infinitesimales [4].

Ejemplo 1:

Para ilustrar el método se empezará con el estudio de la solución de una ecuación lineal. Aunque la solución tradicional es conocida, nos aportará en la comprensión de la técnica. En un trabajo anterior [1] de esta misma autoría, para la ecuación

$$y' + \frac{3}{x}y = e^x$$

se obtuvo:

$$f_x = -\frac{3}{x^2}y - e^x$$

$$f_y = \frac{3}{x}$$

$$f_{y'} = 1$$

$$y' = e^x - \frac{3}{x}y$$

Suponiendo $\xi = 0$, la ecuación (3) se reduce a:

$$\eta \frac{3}{x} + \eta_x + \eta_y \left(e^x - \frac{3}{x} \right) y = 0$$

Asumiendo $\eta_y = 0$, se obtiene: $\eta = e^{-\int \frac{3}{x} dx}$

luego, un grupo bajo el cual es invariante esta ecuación diferencial está determinado por los generadores:

$$\xi = 0 \quad y \quad \eta = e^{-\int \frac{3}{x} dx} = x^{-3} + c$$

Ahora bien, para estos generadores, la condición (5) puede escribirse como

$$0X_x + (x^{-3})X_y = 0,$$

$$0Y_x + \eta Y_y = 1.$$

Lo que conduce a las coordenadas canónicas

$$X = x,$$

$$Y = x^3 y,$$

En estas coordenadas

$$\frac{dY}{dX} = 3x^2 y + \frac{dy}{dx} x^3,$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{x^3} \frac{dY}{dX} - \frac{3}{x} y,$$

Remplazando en la ecuación a resolver obtenemos la ecuación separable en las nuevas variables

$$\frac{dY}{dX} = X^3 e^X ,$$

con solución

$$Y = e^X (X^3 - 3X^2 + 6X - 6) + C ,$$

en las variables originales la solución general es

$$x^3 y = e^x (x^3 - 3x^2 + 6x - 6) + C ,$$

En [1] se hace una descripción de programas especializados para el cálculo de los generadores infinitesimales de EDO's de diferente orden tanto ordinarias como parciales. En este mismo trabajo se hallan con el programa LIE 5.1 los generadores infinitesimales de la ecuación de Bernoulli que sirve como siguiente ejemplo.

Ejemplo 2: Ecuación de Bernoulli

Para la ecuación de Bernoulli: $2xy \frac{dy}{dx} + 2y^2 + 3x = 0$, (9)

se obtuvieron tres vectores:

$$v_1 = -\frac{1}{x^2 y} \frac{\partial}{\partial y}, \quad v_2 = -x \frac{\partial}{\partial x} + \frac{x}{2y} \frac{\partial}{\partial y},$$

$$v_3 = \frac{1}{x} \frac{\partial}{\partial x} - \frac{y}{x^2} \frac{\partial}{\partial y} - \frac{3}{2xy} \frac{\partial}{\partial y}.$$

y

Cada vector obtenido tiene la forma $v_2 = \xi \frac{\partial}{\partial x} + \eta \frac{\partial}{\partial y}$.

Para v_1 se identifican los generadores $\xi = 0$ y $\eta = -\frac{1}{x^2 y}$,

de nuevo la condición (5) lleva a las coordenadas canónicas

$$X = x,$$

$$Y = -\frac{x^2 y^2}{2},$$

Y a la ecuación transformada en las nuevas variables $\frac{dY}{dX} = \frac{3}{2}X^2$,

con solución general en las variables originales $-\frac{x^2 y^2}{2} = \frac{1}{2}x^3 + C$

Identificación de los generadores infinitesimales

Como ya se ha discutido en [1] la identificación de los generadores infinitesimales es el paso crítico en el procedimiento de solución. Para una ecuación diferencial dada la ecuación de invariación (3) requiere para su solución diversas heurísticas, que podrían desanimar en cuanto al uso de esta técnica. Si embargo, como es habitual en la enseñanza de las integrales y las transformadas de Laplace, el uso de tablas es un camino alternativo de fácil manejo. Por ejemplo, en [3] se incluyen tablas en las cuales se presentan generadores infinitesimales para algunas familias generales de ecuaciones diferenciales junto con sus respectivas coordenadas canónicas [3].

Hereman hace una clasificación extensiva de los paquetes computacionales especializados en el cálculo de simetrías, [5], teniendo en cuenta los alcances de cada uno de ellos en el cálculo de simetrías puntuales (las que hemos analizado), generalizadas y no clásicas, de si resuelven o reducen el sistema determinante o si permiten o no interactuar con el usuario.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se propone el siguiente procedimiento alternativo para el estudio y enseñanza de solución de EDO's de primer orden invariantes bajo grupos de simetrías puntuales o transformaciones uniparamétricas.

- Plantear la ecuación de invariación.

- Identificar ξ y η que verifiquen la ecuación anterior (tablas, software especializado o de manera analítica)
- Construir coordenadas canónicas
- Encontrar la ecuación separable en las nuevas coordenadas y resolverla
- Identificar la solución general en las variables originales.

IV. CONCLUSIONES

El método de los grupos de Lie o de simetrías infinitesimales se constituye en un concepto unificador en la teoría de solución de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.

Aunque aquellas ecuaciones que no presenten este tipo de invariación bajo los grupos de transformaciones uniparamétricos no son susceptibles de ser abordados con esta metodología, si lo son de las que conocemos su solución por los métodos tradicionales.

Las dificultades intrínsecas en la aplicación del método de coordenadas canónicas, como son la solución de la condición de invariación y la condición para el cálculo de dichas coordenadas, pueden obviarse para la enseñanza mediante el uso de tablas de EDO's, generadores y coordenadas canónicas, previamente desarrolladas por diversos autores o mediante el uso de software especializado.

Para nosotros como docentes en esta área particular de la matemática es importante reconocer la invariación de las EDO's de primer orden bajo grupos de simetría a un parámetro como el elemento en común de las EDO's de solución conocida consideradas en los cursos regulares de pregrado.

REFERENCIAS


- [1] H.H Ortiz, F.N Jiménez, A.E. Posso. “Una Metodología para la Enseñanza de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Mediante la Teoría de los Grupos de LIE en Cursos de Ingeniería”. Revista entre ciencia e ingeniería, vol 6, No 11. 2012, pp. 149 -163.
- [2] P.J. Olver, “Application of Lie Groups to Differential Equations”. 2 ed, New York: Springer Verlag, 1993.
- [3] G. Emanuel, “Solution of Ordinary Differential Equations by Continuous Groups”. United States: Chapman and Hall/Crc, 2001.

- [4] G. Bluman, S. Kumel, “Symmetries and Differential Equations”, 2 ed., New York: Springer Verlag, 1989.
- [5] W. Hereman, “Review of Symbolic Software for Lie Symmetrie Analysis. Algorithms and software for symbolic analysis of nonlinear systems”, Mathematical and Computer Modelling. Vol. 25, num 8, 1997, pp. 115-132.
- [6] A. Campos, “Iniciación en el análisis de ecuaciones diferenciales mediante grupos de Lie. Colombia: Prepublicación. Universidad Nacional de Colombia, 1995.

Biografía. Hugo Hernán Ortiz Álvarez

Es Doctor en ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia y Magister en enseñanza de la matemática de la Universidad Tecnológica de Pereira. Es docente del departamento de matemática de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales desde el 2008 en dedicación de cátedra y docentes de tiempo completo de la Universidad de Caldas desde 2009.

Áreas de investigación: Ecuaciones diferenciales, enseñanza de la matemática, modelamiento y simulación.



GEOMETRÍA DINÁMICA CON LOGIDREZ PARA MEJORAR LA ACTITUD HACIA LA MATEMÁTICA BAJO EL ENFOQUE DE SITUACIONES PROBLEMAS (ABP)¹

Dynamic geometry with Logidrez to improve
the attitude towards mathematics under the
approach of problem situations (ABP)

C. A. Jojoa²

-
- 1 Los resultados que se evidencian en este trabajo forman parte del desarrollo del proyecto “La actitud hacia la matemática mediante la implementación de geometría dinámica con Logidrez bajo el enfoque de situaciones problemas (ABP)” adelantado en la Institución Educativa Francisco José De Caldas de Santa Rosa De Cabal, Risaralda, como parte del fortalecimiento en el aprendizaje de competencias matemáticas.
 - 2 C.A. Jojoa Docente Institución Educativa Francisco José De Caldas, Risaralda (Colombia). Estudiante de doctorado en educación Universidad de Cuauhtémoc- México; carjona534@gmail.com.

Resumen

El propósito de este artículo es comunicar los avances de una investigación que busca mejorar la actitud hacia la matemática utilizando el enfoque de situaciones problema (ABP), mediado por geometría dinámica, con la caja de herramientas matemática LOGIDREZ, como un novedoso recurso articulador de diferentes conceptos matemáticos. La experiencia se lleva a cabo en aulas de un colegio público de Santa Rosa de Cabal (Risaralda). La implementación de la metodología permite construir una alternativa a la educación tradicional, que es la usualmente impartida en instituciones públicas de educación básica y media en Colombia.

Palabras clave

ABP, Actitud, ATMI, Likert, Logidrez.

Abstract

The purpose of this text is to communicate the advances of a research that seeks to improve the attitude towards mathematics using the problem situation approach (ABP) mediated by dynamic geometry, with the LOGIDREZ mathematical toolbox, as a new resource articulator of different mathematical concepts. The research shows how to approach concepts with dynamic geometry with LOGIDREZ allows students to improve their attitude and skills. The experience is carried out in classrooms of a public school in Santa Rosa De Cabal (Risaralda). The implementation of the methodology allows to build an alternative to traditional education that is usually used in public institutions of basic and secondary education in Colombia.

Key words— ABP, Actitud, ATMI, Likert, Logidrez

I. INTRODUCCIÓN

Mejorar la enseñanza y el aprendizaje de una disciplina tan importante como la matemática, requiere direccionar el currículo desde una metodología más incluyente y participativa, que integre los contenidos matemáticos a situaciones prácticas y significativas, con un referente real que le dé la oportunidad al estudiante de redescubrir saberes y, al mismo tiempo, contextualizarlo en su entorno inmediato. Así, una intervención pedagógica desde un enfoque participativo puede establecerse, como lo manifiesta [1, p. 3], quien afirma que: “Las interacciones entre el estudiante, el objeto a conocer y el docente deben ser fuertemente participativas...”

Lo anterior contrasta significativamente cuando aún la matemática se aborda en forma tradicional en muchas instituciones educativas a nivel nacional.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Hoy, el profesor se encuentra frente al gran reto de buscar metodologías alternativas que motiven, e implementar modelos educativos alternos en los que se tengan en cuenta los ritmos de aprendizaje de los estudiantes presentes en el aula de clase, para hacer de esta un escenario de aprendizaje.

Así, se plantea la pregunta de investigación:

¿Existe relación entre el aprendizaje de competencias matemáticas bajo el enfoque de situaciones problema (ABP), mediado por geometría dinámica con Logidrez y la actitud hacia la matemática de los estudiantes de grado noveno de la institución educativa Francisco José de Caldas de Santa Rosa de Cabal, Risaralda?

Para responder a esta pregunta, se parte de un marco teórico a partir del cual se considera que hay un reconocimiento creciente de que, además de los factores cognitivos, los factores afectivos desempeñan un papel crucial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Según [2], el trabajo seminal de McLeod en los años 90, en particular, llevó a una nueva fase de investigación sobre los efectos en la educación matemática. McLeod y sus colegas representaron el dominio afectivo como tres subdominios: emociones, actitudes y creencias. DeBellis y Goldin [3] agregaron como cuarto subdominio los valores. En una investigación anterior, expresa Abdul, que:

“las “actitudes” se utilizaron como un término general. Se consideró que el afecto matemático comprendía básicamente ansiedad y actitudes matemáticas hacia las matemáticas según Evans” [3, p. 2].

Uno de los elementos fundamentales para desarrollar la presente investigación es el ATMI, de siglas en inglés: Attitudes toward Mathematics Inventory, como una escala viable para medir la actitud, y consiste en la aplicación de una prueba Likert.

Por otro lado, se considera que la estrategia metodológica situación problema es una alternativa eficiente. Provee una forma de abordar la enseñanza y, para este caso, el aprendizaje de las matemáticas de una manera significativa, real y, sobre todo, analítica, que podría despertar el interés y la motivación en el estudiante. Al respecto Munera afirma: “También es característico de una situación problema contextualizar procesos de razonamiento que permiten: particularizar, generalizar, conjeturar, verificar; utilizar algoritmos, formular y validar” [4, p. 2].

Esta descripción permite pensar que la metodología puede cambiar la actitud del estudiante hacia las matemáticas y, con ello, mejorar su aprendizaje.

Ahora, para los efectos, propósitos y estrategia pedagógica que la investigación propone, se consideró definir la metodología situación problema desde la mirada de [5, p. 185]:

Una situación problema la podemos interpretar como un contexto de participación colectiva para el aprendizaje, en el que los estudiantes, al interactuar entre ellos mismos, y con el profesor, a través del objeto de conocimiento, dinamizan su actividad matemática, generando procesos conducentes a la construcción de nuevos conocimientos. Así, ella debe permitir la acción, la exploración, la sistematización, la confrontación, el debate, la evaluación, la autoevaluación, la heteroevaluación. En cuanto a la actitud hacia la Matemática,

Bazán y Sotero la definen como: “El fenómeno que involucra sentimientos (componente afectivo), creencias (componente cognitivo) y las tendencias de los alumnos a actuar de manera particular, acercándose o alejándose del objeto matemático (componente comportamental)” [6, p. 62].

Por otra parte, aunque no existe unanimidad a la hora de definir el concepto de actitud hacia las matemáticas, según [7, p. 8]:

Su influencia en la enseñanza aprendizaje es fundamental, ya que influyen en el proceso cognitivo, bloquean el razonamiento lógico, interfieren en la atención y la memoria, disminuyen la efectividad del esfuerzo, paralizan el pensamiento, causan problemas de rendimiento y ocasionan carencias en las estrategias de aprendizaje específicas y metacognitivas.

Bajo los anteriores parámetros se acoge una prueba Likert de 12 items que hace referencia a la actitud del pensamiento numérico y métrico geométrico, que se aplica a los estudiantes.

La variable de la actitud hacia la matemática se mide mediante un ATMI similar al propuesto por [1], después de aplicar los procesos de enseñanza y aprendizaje con el enfoque metodológico Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), siguiendo los lineamientos del plan de área para el grado intervenido.

Para comprender el proceso desarrollado en este trabajo, es importante referirse a Logidrez y la geometría dinámica. Logidrez es una caja de herramienta matemática que consta de 64 fichas cuadradas (Cuadragramas) pintadas a dos colores, con los que se pueden formar, sobre un tablero de 8 x 8, casillas similares a las del ajedrez o, mediante construcción en GeoGebra (geometría dinámica), o en Excel, diferentes mosaicos figurativos o abstractos (Fig. 1). Hay tres niveles de dificultad.



Fig. 1. figurativos Logidrez N5-N3-N1

- La experiencia de Aula

- 1) *Construcción*: los estudiantes consultan sobre hexagramas del Dr. Solomon, su origen y su uso. Traen a la clase los 19 hexagramas para construir figurativos. Pueden encontrarse en la página de GeoGebra como hexagramas del Dr. Solomon, cuyo autor es Montaña.
- 2) *Manipulación*: interacción con Logidrez (Fig. 2) en su versión de juego de mesa, para familiarizarse con la caja de herramientas matemática.



Fig. 2. Caja de herramientas matemática Logidrez.

- 3) *Reconocimiento de piezas*: Mediante dos formas: la primera es a través de una guía que describe y muestra cómo se constituyen las fichas de Logidrez y qué representación matemática pueden tener; la segunda es por medio de láminas orientadoras (Fig. 3).



Fig. 3. Reconocimiento de Logidrez: guía y lámina.

4) *Identificación de propiedades geométricas*: Como un ejemplo de una situación, se aborda el concepto de simetría bilateral (reflectiva o especular) (Fig. 4).

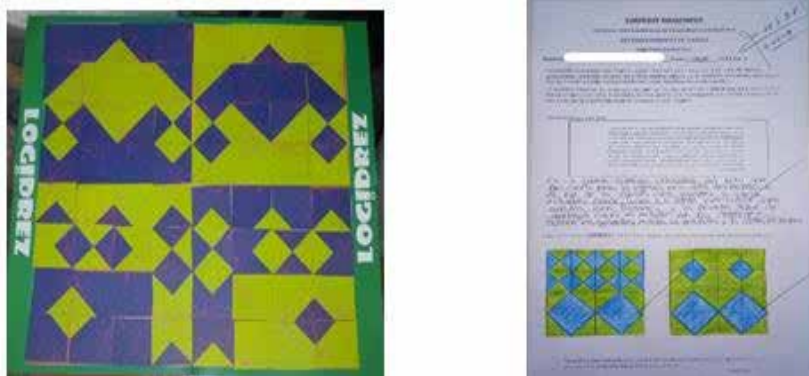


Fig. 4. Aplicación de conceptos con Logidrez.

5) *Identificación de propiedades geométricas utilizando geometría dinámica (GeoGebra y Excel)*: esta es la parte más amplia con la cual se interactúa con Logidrez, mediante diversos elementos y uso de conceptos para hacer construcciones utilizando GeoGebra y Excel. Aquí se pueden reconocer diferentes tipos de aplicaciones con las TIC, como mediadoras que desempeñan un rol, apoyado sobre los contenidos, las tecnologías, las prácticas y la reflexión constante sobre ellos (Fig. 5).

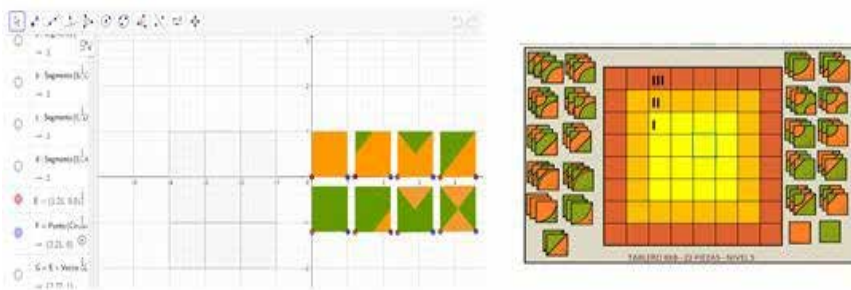


Fig. 5. Geometría dinámica con Logidrez utilizando GeoGebra y Excel

III. CONSTRUCCIÓN DE INSTRUMENTO DE MEDICIÓN, HALLAZGOS Y AVANCES

Aquí se muestra cómo la actitud de un estudiante puede ser medida mediante un ATMI, como un instrumento que permite recoger información sobre su grado de aceptación o satisfacción con diferentes situaciones relacionadas con la actitud hacia la matemática. Se transforman los grados de aceptación referentes a la variable cualitativa a una variable cuantitativa, para ser ubicada en una escala (Fig. 6) que permite medir (instrumento de medida) la actitud en forma general de cada uno de los grupos y, en casos particulares, en cada estudiante.

La investigación permitió establecer las relaciones entre pensamiento geométrico, actitud hacia la matemática y mediadores como Logidrez en herramientas dinámicas.

Aquí se muestran algunos resultados, como el resumen de medidas estadísticas y el instrumento de medida de la actitud, para uno de los cuatro grados intervenidos en los años 2017 y 2018. Cabe anotar que en el primer ejemplo (Fig. 6) se observa un crecimiento continuo ascendente durante el desarrollo de la investigación y durante el año escolar 2017. Además, es importante observar cómo la actitud del grupo pasa de una actitud neutral (indiferente), a favorable, ascendiendo en forma progresiva continua (Fig. 5).

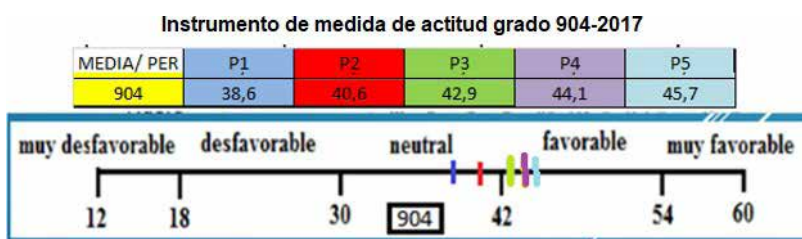


Fig. 6. Resumen media aritmética actitud sobre instrumento de medida grado 904-2017.

Para el grado 902-2018, se observa cómo el estudiante llega con una actitud neutral que se

mantiene en el primer semestre, pero después de la intervención se encuentra que la actitud del grupo en el segundo semestre termina favorable (Fig. 7), evidenciando un cambio positivo en esta variable.

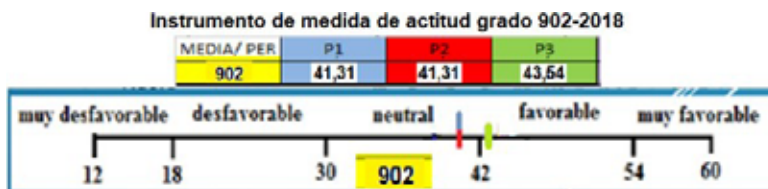


Fig. 7. Resumen media aritmética actitud sobre instrumento de medida grado 902-2018.

IV. CONCLUSIÓN

Los resultados del ejercicio investigativo llevan a concluir que se midió y comparó la actitud hacia la matemática durante los 4 periodos académicos escolares, lo cual, unido a pertinencia de la metodología, permite observar cambios positivos, no solo en las competencias matemáticas geométricas, sino también en aquellas de tipo social.

Al analizar la actitud desfavorable, es posible identificar a aquellos estudiantes en forma puntual, antes de intervenir, para diseñar estrategias focalizadas y mejorar esa actitud hacia la matemática, buscando cambiarla una vez se aplique la metodología del ABP. Esto permitiría contribuir con el cambio de actitud, además de cambios eficaces en la motivación, el comportamiento y la convivencia.

Al abordar la implementación computacional utilizando GeoGebra y Excel, la propuesta de implementación de Logidrez es una herramienta que puede ser ampliada y mejorada, que permite articular estrategias de enseñanza y aprendizaje en aras de mejorar la actitud hacia la matemática; cuenta con una herramienta para acceder a tareas de investigación en diferentes campos de la ciencia de la educación, donde la geometría dinámica sirva como mediador de variadas situaciones.

Esta propuesta se adelanta dentro del proyecto de investigación “Geometría dinámica con Logidrez para mejorar la actitud hacia la matemática en el aprendizaje de sus competencias bajo el enfoque de situaciones problemas (ABP).”, que se lleva a cabo en la Institución Educativa Francisco José De Caldas de Santa Rosa De Cabal, Risaralda.


REFERENCIAS

- [1] G. Obando y J. Munera, “Las situaciones problema como estrategia para la conceptualización matemática”, *Educación y pedagogía*, no.185, 2003.
- [2] A. Abdul, A. Ngurah, and D. Peggy, “A Confirmatory Factor Analysis of Attitudes Toward Mathematics Inventory (ATMI)” *The Mathematics Educator*, no. 1, 2013.
- [3] V. A. DeBellis and G. A. Goldin, “Affect and meta-affect in mathematical problemsolving: A representational perspective”, *Educational Studies in Mathematics*, no. 63, pp. 131–147, 2006.
- [4] J. Múnera, “Diseño de situaciones problema dinamizadoras de pensamiento matemático escolar”, *Asociación Colombiana de Matemática Educativa*, 2, s.f.
- [5] J. Bazán and H. Sotero, “Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la UNALM”. *Anales Científicos UNALM*, no. 62, 1998.
- [6] M. García y J. Juárez, “Revisión del Constructo actitud en Educación Matemática: 1959-1979”, *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, no. 26, pp. 117-125, 2011.
- [7] N. Riveiro, C. Soneira, D. Mato y E. de la Torre, “Actitudes hacia las matemáticas y rendimiento en función de los estudios de acceso y cursos en futuros maestros”. *Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática*, 8, 2015.

Carlos Alberto Jojoa Naspirán

Magíster en Enseñanza de la matemática de la Universidad Tecnológica de Pereira. Estudiante de doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad de Cuauhtémoc de México. Licenciado en Matemáticas de la Universidad de Nariño. Docente de aula institución educativa Francisco José de Caldas de Santa Rosa de Cabal, Risaralda. Catedrático de la Institución de educación superior CIDCA. Integrante del Grupo de investigación: Grupo de Estadística Colegio Nacional (GRUESTACONA).

Áreas de investigación: Educación matemática, geometría dinámica.



ENSEÑANDO MATEMÁTICAS MEDIADAS POR TIC EN POBLACIONES VULNERABLES¹

Teaching mathematics mediated
by ICT in vulnerable populations

E. Murcia², J. C. Henao³

1 Este resumen es derivado del proyecto de educación denominado “Implementación didáctica apoyada en robots Lego Mindstorm y diseño de metodologías apoyadas en APP Inventor para potenciar el pensamiento matemático”.

2 Universidad Católica de Pereira. <https://orcid.org/0000-0001-9069-519X>. euclides.murcial@ucp.edu.co

3 Universidad Católica de Pereira. <https://orcid.org/0000-0001-9069-519X>. juan.henao@ucp.edu.co

Resumen—Mejorar los procesos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, se ha convertido en un desafío para las instituciones educativas del orden nacional e internacional, y en todos los niveles de formación académica; por tanto, fortalecer el pensamiento matemático de los estudiantes y desarrollar las habilidades profesionales de los docentes en el contexto actual de la educación, son dos de los pilares que sostienen los modelos de transformación pedagógica y didáctica del aula actual. La ponencia que se presenta al V Encuentro Internacional sobre la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales muestra una experiencia implementada en la institución educativa Villa Santana, del Municipio de Pereira, a partir de la utilización de diversos recursos tecnológicos y de infraestructura como son los dispositivos robóticos Lego Mindstorms, Blogs en asocio con páginas WEB y complementadas con desarrollos en plataformas para el aprendizaje como APP Inventor para fortalecer procesos de pensamiento matemáticos como el métrico-geométrico, analíticovariacional y estadístico-probabilístico, con estudiantes en condiciones de marginalidad y vulnerabilidad.

Palabras clave

Educación, matemáticas, mediación, población vulnerable, TIC.

Abstract

Improving the processes related to the teaching and learning of mathematics have become a challenge for educational institutions of the national and international order at all levels of academic training; Therefore, strengthening mathematical thinking in students and developing the professional skills of teachers in the current context of education, become two of the pillars that support the models of pedagogical and didactic transformation of the current classroom. The paper presented to the V International Meeting on the Teaching of Exact and Natural Sciences shows an experience implemented in the educational institution Compartir las Brisas, of the Municipality of Pereira, based on the use of various technological and infrastructure resources such as LEGO MINDSTORMS robotic devices, Blogs in association with WEB pages and complemented with developments in learning platforms such as INVENTOR APP to precisely strengthen mathematical thinking processes such as metric-geometric, analytical-variational and statistical-probabilistic, with students in marginal conditions and vulnerability

Keywords

CT, Mathematics, Education, Mediation, Vulnerable population

I. INTRODUCCIÓN

La educación básica es una de las responsabilidades posiblemente más inalienables de tiene cualquier sociedad, y es obligación del Estado, en nombre propio o a través de terceros, garantizar que se cumplan los fines fundamentales de la educación. La dificultad estriba en el hecho de que algunas veces y para algunos ámbitos – especialmente en el sector público y para zonas marginales o de difícil acceso–, la educación no avanza y menos en la misma dirección con la rapidez y sentido con que cambian las necesidades de las comunidades y lo que demanda la sociedad [1].

Esto se confirma con los resultados PISA que obtuvo Colombia en pruebas aplicadas en el 2015[2]. La OCDE encontró, de hecho, que los desempeños alcanzados por los jóvenes de 15 años en el área de matemáticas, evaluados a través de las pruebas PISA, indican que en promedio los estudiantes colombianos están atrasados tres años (118 puntos) con respecto a sus pares académicos de países miembros de la OCDE, lo cual desde luego impacta negativamente los niveles de competitividad nacional.

Ahora, en inversión para el sector educación, el panorama es también complicado; en otro informe de la OCDE y que se muestra en la figura siguiente, se ilustra el gasto per cápita del producto interno bruto que realizan los países, expresado en miles de dólares y los resultados en las pruebas PISA para el área de matemáticas para el año 2012.

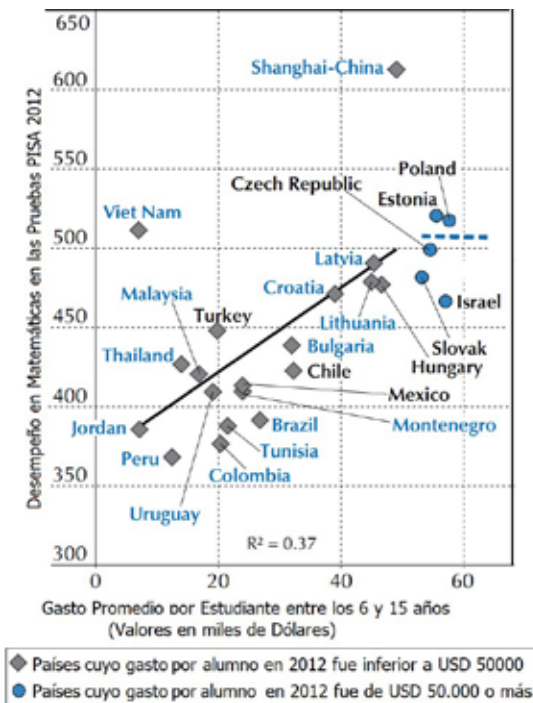


Fig. 1. Resultados censales de las pruebas PISA en matemáticas y la Inversión promedio por estudiante [3]

Infelizmente, Colombia está entre los países que menos invierte en educación y sus resultados en estas pruebas están alrededor de los 375 puntos promedio, en contraste con otros países que invierten más y tienen mejores resultados.

En un contexto más cercano, en la institución educativa de Villa Santana del municipio de Pereira, se encontró que algunos de sus estudiante no tienen el nivel de desarrollo de pensamiento matemático acorde para la edad y para el grado– nivel en que se encuentran matriculados, según pruebas internas realizadas por sus docentes; sin embargo, esto no obedece a condiciones de necesidades educativas especiales, como dificultades en el aprendizaje, sino más bien a dificultades curriculares en los modelos educativos que se institucionalizan en la escuela y que posiblemente no responden a las necesidades contextuales del medio y a las expectativas de los estudiantes.

Para enfrentar esta situación, se diseñó una estrategia didáctica que parte de los centros motivadores de los jóvenes y con las tecnologías de la información y la comunicación, se brindan espacios para la re–significación de saberes [4].

II. PROPUESTA DIDÁCTICA

Se entiende que existe una brecha entre los niveles de desarrollo de pensamiento matemático que tienen los estudiantes de secundaria, con el nivel de desarrollo esperado para su nivel de formación. Se precisa entonces diseñar e implementar una estrategia de intervención didáctica que de alguna manera, con las limitaciones de espacio, recursos, pero especialmente de tiempo, logre reducir esa distancia, mejorando en conjunto las competencias que tienen los estudiantes en primera instancia, pero también, perfeccionando las competencias laborales y profesionales de los docentes [5] [6].

La propuesta implementada en la Institución Educativa Villa Santana, es consecuencia directa de un proceso investigativo gestado al interior del aula y apoyado por la Universidad Católica de Pereira, con el grupo de investigación “Entre Ciencia e Ingeniería”, el cual consta de tres pilares fundamentales:

- Una estrategia pedagógica precisa.
- Una estrategia basada desde los disciplinar.
- La intervención de las TIC como eje mediador.

La estrategia se implementa con diseño cuasiexperimental en los grados octavo y noveno de la institución en mención, aunque también se ha implementado en otras instituciones del municipio.

- Estrategia pedagógica

Las intencionalidades con las cuales se organiza el currículo en una institución educativa, deben procurar siempre por la resolución de problemas propios del ambiente escolar, del ambiente familiar y del comunitario, sin desconocer la función misional y vocacional de la escuela.

En la institución educativa Villa Santana se propone un modelo cuyos principios son básicamente constructivistas [7], lo que resulta ser una ventaja para la implementación de algunas estrategias pedagógicas a partir de las TIC, en el sentido de que brinda, tanto a los estudiantes como a los maestros, la posibilidad de explorar saberes, trabajar de forma integrativa y colaborativa, a la vez que mediar en la resignificación de lo aprendido cuando pueden materializarlo a través de experiencias motivadoras.

- Estrategia basada en lo disciplinar

La estrategia está pensada para el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes del nivel de básica secundaria y educación media. Para ello, se parte de la propuesta del Ministerio de Educación Nacional que organiza curricularmente el área de matemáticas en tres categorías claras [8]:

- Procesos Generales
- Conocimientos Básicos
- Contexto

Que corresponden en su orden al SABER HACER, al SABER y al SER; cada uno de estos con sus elementos se ilustra en la siguiente figura.

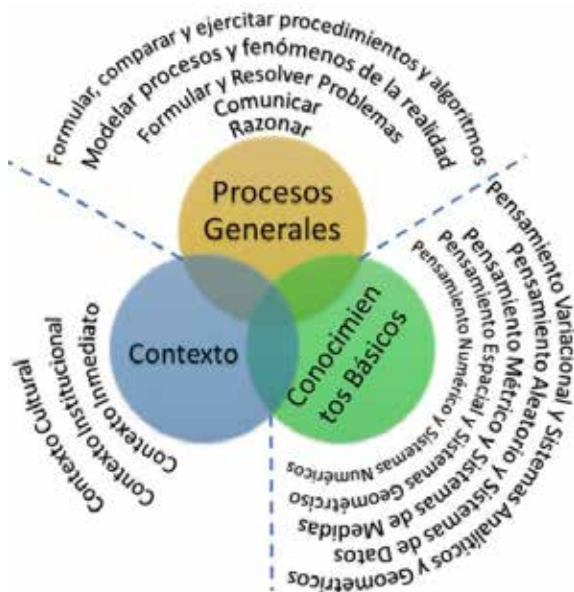


Fig. 2. Propuesta curricular del MEN para el área de matemáticas.

Adaptado de los Lineamientos curriculares para el área de Matemáticas.

Los procesos generales se refieren de forma concreta a las competencias transversales que no solo se aplican a las matemáticas, sino también a otros campos disciplinares como la física, la química, entre otros; los conocimientos básicos por su parte, organizan pedagógicamente los Saberes y los agrupa en términos de competencias que se explicitan dentro de los Derechos Básicos del Aprendizaje. Estos se categorizan de forma disciplinar para simplificar su aplicación en el aula; finalmente, el contexto, hace referencia a los escenarios donde los saberes se concretizan de forma problémica y donde los estudiantes terminan finalmente dándole sentido a lo aprendido.

- **Mediación TIC**

En la intervención TIC se incentiva la integración de plataformas móviles de libre acceso y los dispositivos Robóticos LEGO MINDSTORMS en los procesos de enseñanza de la matemática, en razón a que se ha encontrado en la literatura especializada que el uso de recursos tecnológicos mueven de manera más fácil y fluida, los centros de interés de los estudiantes [9].

Para las plataformas móviles se usan recursos tecnológicos como SCRATCH, o APP

INVENTOR, ambas aplicaciones desarrolladas por el MIT y que han mostrado excelentes resultados en niños y jóvenes entre los 6 y 17 años [10]. En el caso particular de estudio en la Institución Villa Santana, estos recursos fortalecen de manera importante competencias lógico matemáticas en diversos tipos de pensamiento, pero especialmente el numérico variacional.

El otro elemento de esta parte de la propuesta lo componen los dispositivos Robóticos LEGO y propiamente el recurso LEGO MINDSTORM aplicados a la educación [11]



Fig. 3. Dispositivo Robótico LEGO MINDSTORMS configurado en modo tanque [17].

Con este recurso, los estudiantes fortalecen competencias del SER y SABER HACER, tales como trabajo en equipo, seguir instrucciones y cumplir metas; competencias del SABER que se ven favorecidas con las actividades de programación orientada a objetos a través de estos robots son, por ejemplo, el pensamiento métrico y el pensamiento geométrico.

III. IMPLEMENTACIÓN

Como se mencionó antes, la estrategia se implementa de forma general con los estudiantes de los grados octavo y noveno en la institución educativa Villa

Santana, jornada de la Tarde y en la asignatura de Álgebra I y Álgebra II. En este punto es importante recalcar que los estudiantes de grado noveno presentan ya dos años de trabajo con la estrategia.

La clase de matemática obedece a una planeación aprobada por el área y desarrolla las mismas competencias y los mismos derechos básicos de aprendizaje formulados por el Ministerio de Educación Nacional [12], [13], por lo que no se están cambiando los lineamientos nacionales.

A través de las plataformas móviles como SCRATCH y APP INVENTOR, los estudiantes desarrollan con sus celulares aplicaciones sencillas para operaciones básicas con expresiones algebraicas; igualmente, resuelven sistemas 2×2 cuando las ecuaciones se presentan en forma normalizada en adición a otros ejercicios propios de la matemática de ese nivel.

En geometría, se usan los dispositivos robóticos LEGO para resolver problemas de paralelismo, perpendicularidad, perímetro y área, también ejercicios como velocidad, posición y ubicación en el espacio, según la planeación de área; esto implica que el estudiante desarrolle habilidades diversas de programación que desde luego potencian el pensamiento lógico matemático, lo que a su vez beneficia colateralmente habilidades en otros tipos de pensamiento más específicos.

La evaluación, por su parte, asume un carácter más formal al permitir, tanto al estudiante como al docente, ser conscientes de los avances evidenciados a través de los desempeños, los cuales se explicitan de diversas formas, como por ejemplo, la consecución exitosa de una rutina de programación, el cumplimiento de una meta por parte de la programación del robot, la socialización de lo aprendido en clase con sus compañeros, el apoyo brindado a los pares académicos para cumplir algún objetivo [14].

En este contexto ya es más fluido, especialmente para los estudiantes, plantearse una autoevaluación integral y consistente con base en hechos reales de lo aprendido durante el curso, y que a su vez puede contrastarse con lo aprendido por sus pares académicos, aspecto que es especialmente difícil de lograr con metodologías tradicionales.

IV. CONCLUSIONES

Son conclusiones del presente documento:

- El proceso investigativo continúa porque, aunque la implementación de las TIC no es un fenómeno nuevo, lo que no está todavía ampliamente explorado y cuantificado es el impacto de las mismas en el desarrollo de los procesos de pensamiento complejo. Se sabe que los modifica, pero no está bien soportado en varios de los modelos explicativos que dan cuenta de las complejas relaciones que se dan en las estructuras mentales de los estudiantes.
- Los resultados obtenidos en el proceso de análisis de la información de los cursos de álgebra para los grados octavo y noveno, permiten validar el hecho de que los estudiantes presentan vacíos en la apropiación y aplicación de conceptos matemáticos básicos, lo que a su vez genera dificultades para desempeñarse en otras áreas del conocimiento e, inclusive, en situaciones cotidianas contextualizadas.
- Los bajos niveles de desarrollo cognitivo y cognoscitivo de los estudiantes que salen de la educación media para ingresar a la educación superior, los pueden dejar en situaciones precarias en términos académicos, evidenciado esto en los altos índices de reprobación de cursos universitarios, especialmente aquellos relacionados con las matemáticas, que eventualmente conllevan a la deserción de los estudiantes.
- El uso sino permanente, sí por los menos frecuente de las tecnologías de la información y la comunicación de forma intencionada y bien articulada, en las aulas de clase, necesariamente tendrá un efecto positivo en el desarrollo de habilidades de pensamiento en los estudiantes de cualquier nivel, si se compara con las metodologías tradicionales de enseñanza y aprendizaje.
- Por su contraparte, el problema de uso de las TIC estriba básicamente en dos situaciones primordiales, sin desconocer otras que también se comportan como creencias limitantes. La primera es la necesidad de tener maestros preparados, o por lo menos sensibles a estos recursos, ya que algunos de ellos tendrán que migrar de estructuras curriculares tradicionales a nuevas estructuras tecnológicas inmersivas, que desde luego demandan procesos de formación docente [15]. El otro problema es que, aunque existen diversos recursos tecnológicos libres o de fácil acceso, hay otros donde las instituciones educativas –escuelas, colegios y universidades– tendrán que hacer inversiones económicas y financieras considerables, sean estas de infraestructura o de preparación y formación del talento humano, si quieren lograr mejores niveles

de desempeño de sus estudiantes; esto desde luego obliga a un cambio en las políticas institucionales e, incluso, de las políticas públicas [16].

REFERENCIAS

- [1] J. C. Bonilla Cadavid, “La crisis de la educación colombiana,” *Eje 21*, Bogotá, 31-Jan-2017.
- [2] OECD, *Education in Colombia. Reviews of National Policies for Education*. Paris, France: OECD, 2016.
- [3] OECD, “PISA 2012 Results: What Makes Schools Successful? Resources, Policies and Practices,” vol. IV, pp. 1–546, 2013.
- [4] C. Carbajo Martínez, “Diez nuevas competencias para enseñar,” *Educatio*, vol. 3, pp. 223–229, 2005.
- [5] B. García Quiroga, A. Coronado, and L. Quintana Montealegre, “Formación y desarrollo de competencias matemáticas: una perspectiva teórica en la didáctica de las matemáticas,” *Rev. Educ. y Pedagog.*, vol. 23, no. 59, pp. 159–176, 2011.
- [6] V. R. Jacobs, L. L. C. Lamb, and R. A. Philipp, “Professional noticing of children’s mathematical thinking,” *J. Res. Math. Educ.*, vol. 41, no. 2, pp. 169–202, 2010.
- [7] G. Moreno, R. Martínez, M. Moreno, M. Fernández, and S. Guadalupe, “Acercamiento a las Teorías del Aprendizaje en la Educación Superior,” *Uniandes episteme*, vol. 4, no. 1, pp. 48–60, 2017.
- [8] E. Murcia Londoño and J. C. Henao López, “Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria,” *Entre Cienc. e Ing.*, vol. 9, no. 18, pp. 23–30, 2015.
- [9] M. del M. García López and I. M. Romero Albaladejo, “Influencia de las nuevas tecnologías en la evolución del aprendizaje y las actitudes matemáticas de estudiantes de secundaria,” *Electron. J. Res. Educ. Psychol.*, vol. 7, no. 17, pp. 369–396, 2009.
- [10] S. Crawford Pokress and J. J. Veiga Dominguez, “MIT App Inventor: Enabling personal mobile computing,” *arXiv Prepr. arXiv*, Oct. 2013.
- [11] J. Ierache, M. Bruno, M. Dittler, and N. Mazza, “Robots y Juguetes Autónomos una Oportunidad en el Contexto de las Nuevas Tecnologías en Educación,” *Inst. Sist. Intel. y Enseñanza Exp. la Robótica*, no. 1, p. 8, 2000.


- [12] Ministerio de Educación Nacional, “Lineamientos Curriculares en el área de Matemáticas,” Ministerio de Educación Nacional, Bogotá, Colombia, 1998.
- [13] Ministerio de Educación Nacional, “Matríz de referencia en matemáticas,” Bogotá, Colombia, 2016. [14] J. A. Vera, L. E. Torres, and E. E. Martínez, “Evaluación de competencias básicas en TIC en docentes de educación superior en México,” *Pixel-Bit Rev. medios y Educ.*, no. 44, pp. 143–155, 2014.
- [15] S. García Martín and I. Canton Mayo, “Factores que inciden en el rendimiento académico. El camino hacia el éxito escolar de todos.,” *Rev. Psicol. y Educ. Present. y Futur.*, vol. 1, p. 8, 2016.
- [16] Ministerio de Educación Nacional, “La Educación en Colombia. Revisión de políticas nacionales de educación.,” Bogotá, 2016.
- [17] LEGO, portal oficial, disponible en: <https://education.lego.com/enau/support/mindstorms-ev3/quick-start-guide>

EUCLIDES MURCIA LONDOÑO

Nació en Santa fe de Bogotá (D.C), Colombia el 1 de Noviembre de 1975 y estudió su pregrado de Licenciatura en Matemáticas Computación en la Universidad del Quindío, y una maestría en la Universidad Tecnológica de Pereira. Ha ejercido profesionalmente como docente para la Secretaría de Educación de Pereira, y para la Universidad Católica de Pereira, donde se encuentra vinculado laboralmente. Pertenece al grupo de investigación Entre Ciencias e Ingeniería. Entre sus campos de interés están la didáctica, la estadística, las TIC y la metodología de Investigación

JUAN CARLOS HENAO LÓPEZ

Nació en Pereira, Colombia el 14 de enero de 1977 y estudió su pregrado en Ingeniería en la Universidad Tecnológica de Pereira. Maestría en Educación de la Universidad de Santander. Ejerció profesionalmente como docente para la Secretaría de Educación de Pereira, la Universidad de Caldas y la Universidad Católica de Pereira donde actualmente se encuentra vinculado laboralmente y pertenece al grupo de investigación Entre Ciencia e Ingeniería. Entre sus campos de interés están la didáctica, la robótica, las TIC.



LENGUAJE METAFÓRICO DOCENTE EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE NÚMERO NATURAL¹

Metaphorical language
in the teaching of natural number

López-Ceballos, Maury Luz² y Fernández-Sánchez, Oscar³

-
- 1 Artículo derivado del proyecto de investigación Imaginarios matemáticos en el Eje Cafetero 2018-2019. Fase uno. Código 3-18-3, financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira
 - 2 Universidad Tecnológica de Pereira; código ORCID 0000-0001-7104-2951 . Contacto: mary.lopez@ucp.edu.co.
 - 3 Universidad Tecnológica de Pereira; código ORCID 0000-0003-0804-2996. Contacto: oscarf@utp.edu.co.

Resumen

En este trabajo se presentan algunos de los resultados del análisis realizado, desde un enfoque de investigación cualitativo, al discurso metafórico de aula de tres docentes de grado sexto, al explicar el concepto de número natural en la institución educativa Rodrigo Lloreda Caicedo del municipio de Candelaria en el departamento del Valle del Cauca. Se parte de la hipótesis que hay presencia de metáforas en el discurso escolar cuando se enseñan conceptos matemáticos como el del concepto de número natural. Se considera aquí la concepción cognitiva de la metáfora, no como adorno del discurso.

Palabras clave

enseñanza, lenguaje, metáfora, número natural.

Abstract

This paper presents some of the results of the analysis carried out, from a qualitative research approach, to the classroom metaphoric discourse of three sixth grade teachers, by explaining the concept of natural number in the Rodrigo Lloreda Caicedo educational institution of the municipality of Candelaria in the department of Valle del Cauca. It is based on the hypothesis that there is the presence of metaphors in school discourse when mathematical concepts such as the concept of natural number are taught. The cognitive conception of the metaphor is considered here, not as an ornament of discourse.

Keywords

teaching, language, metaphor, natural number,

I. INTRODUCCIÓN

Inconscientemente, siempre se está utilizando metáforas para comunicarnos, este hecho motiva el desarrollo de esta investigación, a través de la cual se analizó el discurso matemático de aula de tres docentes. El profesor 1 es licenciado en educación básica con énfasis en matemáticas, egresado de la Universidad Santiago de Cali, el 2 es Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Tecnológica de Pereira y el 3 es licenciado en matemáticas y física de la misma universidad. Con esta investigación, se encontró mediante diagramas relacionales, una categorización de las frases metafóricas presentes en el discurso de dichos profesores.

Mediante un enfoque de investigación de tipo cualitativa – interpretativa [4] y [9], y con la técnica de análisis del discurso se hizo una categorización, primero abierta y luego selectiva [6] para generar los gráficos relacionales [1] que aquí se presentan, en los cuales se puede apreciar la forma como los docentes participantes en la investigación presentan el concepto de número natural, desde su imaginario social [2].

El problema nace de la necesidad de encontrar el origen a las dificultades que siempre se presentan en el proceso de enseñanza en matemáticas; dificultades que no son de ahora, sino que siempre han estado a lo largo del tiempo.

Para realizar dicho propósito, se utilizaron los aportes teóricos de las metáforas conceptuales en [5] y [6], dado que sus referentes permitieron construir la codificación abierta del corpus de metáforas, la categorización del discurso del docente y con ello realizar el contraste de variables en el análisis de las transcripciones de audio para cada clase. Aquí se tuvieron en cuenta, principalmente, algunas de las investigaciones realizadas, en esta línea, por otros investigadores del grupo de investigación GIPEMAC [7] y [8], ya que fueron ellos quienes iniciaron con esta línea, pero con diferentes objetos matemáticos. Con la categorización y el corpus de metáforas se realizó la entrevista para docentes y estudiantes en el proceso de análisis del discurso.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Finalmente, la investigación revela cómo el uso de las metáforas se da de manera inconsciente por el docente y en el desarrollo de la entrevista éstos dan cuenta

del error cometido y lo confuso que pudiese resultar para el estudiante utilizar algunas expresiones y cuáles, por el contrario, representan una herramienta positiva para la correcta comprensión de la intención comunicativa del docente. En la Tabla I y Tabla II se muestran algunos ejemplos de las frases metafóricas mencionadas por los docentes, las metáforas obtenidas de estas y la clasificación de las metáforas según la categorización sugerida en [3] y ampliada en [8].

TABLA I- Algunas metáforas del docente 1

Docente 1
<p>Frase Metafórica: El conjunto de los números naturales es una extensión de números infinitos que empieza desde cero.</p> <p>Metáfora: los números naturales son una extensión de números infinitos</p> <p>Tipo de Metáfora: Ontológica y orientacional</p>
<p>En esta tabla se puede ver que el docente utilizó una metáfora de tipo ontológica ya que la expresión “extensión de números” da la sensación de que los números son objetos que se pueden extender y es orientacional en el sentido de que se piensa en un movimiento en dirección finito a infinito.</p>

TABLA II- Algunas metáforas del docente 2

Docente 2
<p>Frase Metafórica: Podíamos contar con los dedos entonces por ejemplo si alguien le iba a mostrar a una persona que tenía dos vacas, el primer sistema que utilizaron fue los números.</p> <p>Metáfora: Los números naturales son dedos para contar.</p> <p>Tipo de Metáfora: Ontológica – estructural.</p>
<p>Frase Metafórica: Resulta que yo ya tengo los números, sé cómo ubicarlos, que operaciones puedo hacer con estos números...</p> <p>Metáfora: los números son objetos que se ubican para hacer operaciones</p> <p>Tipo de Metáfora: Ontológica</p>

En esta Tabla II se pueden apreciar dos ejemplos del corpus identificado para el docente dos, en las cuales la mayoría de metáforas son ontológicas y también está el caso de metáfora estructural en el sentido en que la expresión “los números naturales son dedos para contar”, indica cómo se asume los números en el imaginario de dicho profesor.

Esta metáfora también es de tipo básica, según la clasificación de [5].

TABLA III- Algunas metáforas del docente 3

Docente 3
<p>Frase Metafórica: Se ha comprobado que la construcción de los números naturales son la base de la competencia numérica</p> <p>Metáfora: los números naturales son la base de otra estructura</p> <p>Tipo de Metáfora: Ontológica – estructural.</p>
<p>Frase Metafórica: Según Peano no interesa lo que es un número natural sino la manera como ellos se relacionan entre sí</p> <p>Metáfora: Los números naturales son objetos que se relacionan</p> <p>Tipo de Metáfora: Ontológica</p>

En esta tercera tabla, se puede apreciar que el docente, estructura su discurso asumiendo los números como objetos, es decir su discurso se puede caracterizar con un predominio ontológico.

En el discurso de los tres docentes, se evidencia como cada quien aborda sus clases de diferentes formas, sin embargo, en los tres discursos hay presencia de metáforas de tipo ontológico. Por ejemplo, en el caso del docente dos en los dos ejemplos son de tipo ontológico, porque para él los números son o dedos u objetos que se pueden manipular.

A continuación, en la Fig. 1, Fig.2 y Fig. 3 se muestra el esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 1, el docente 2 y docente 3, respectivamente, al enseñar el concepto de número natural.

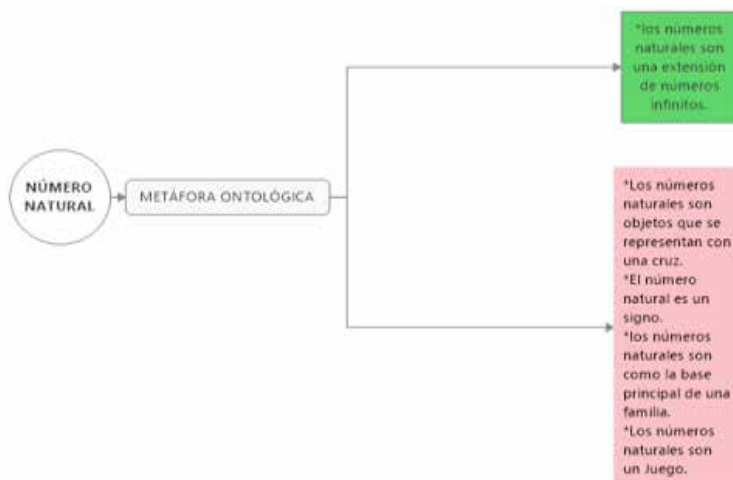


Fig. 1 Esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 1.

De este diagrama se puede apreciar que el discurso del docente uno, está estructurado desde un imaginario en el cual los números naturales son juguetes, miembros de una familia, cruces y signos, entre otras cosas. Es decir, los números naturales son objetos que se pueden ver y tocar.

A manera de aclaración y a pesar de que en esta ocasión no mostramos las tablas que sustentan esto, vale la pena mencionar que algunas metáforas fueron favorables para la comprensión del concepto enseñado. Estas son las metáforas que están sobre el recuadro de color verde. Sin embargo, la mayoría de frases metafóricas fueron desfavorables para la comprensión y por eso están sobre el recuadro de color rosado.



Fig. 2 Esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 2

En este diagrama se puede apreciar que a diferencia del docente dos, este le está atribuyendo a los números naturales movimiento, como cuando menciona que los números naturales se pueden plantear.

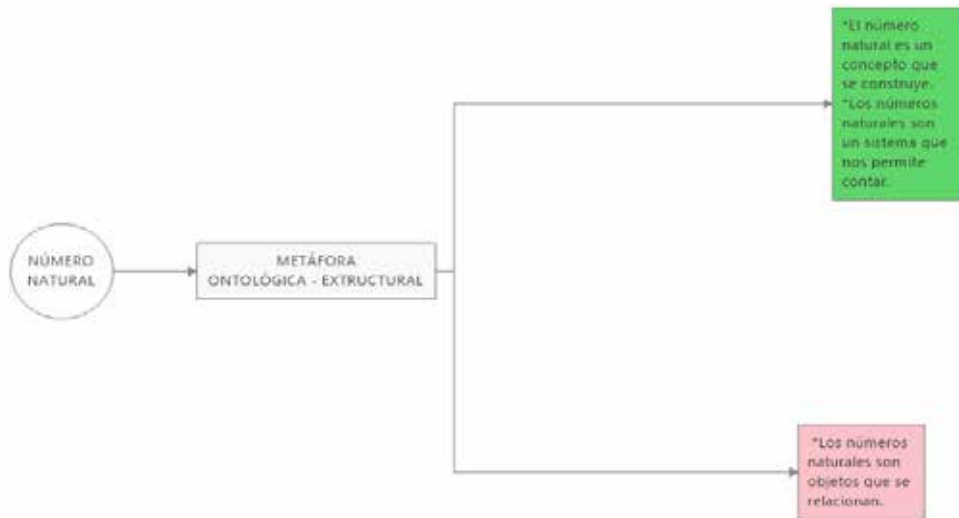


Fig. 3- Esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 3.

En el diagrama es de resaltar que para este docente los números naturales se relacionan.

III. CONCLUSIONES

- En el análisis del discurso de cada profesor, se encontró, que estos utilizan metáforas para explicar el concepto de número natural.
- Se aprecia claramente, cómo en el discurso de los tres docentes existe una coincidencia en el uso de metáforas ontológicas, siendo el tipo de metáfora con mayor presencia en la expresión de sus imaginarios.
- Para los tres docentes el concepto de número natural está relacionado con objetos a los cuales se les puede atribuir movimientos y otras características, lo que se puede apreciar en los esquemas generados a partir de sus discursos.

REFERENCIAS

- [1] Ángulo, M. (2011). Rutinas ciudadanas: Escenarios urbanos hechos de urbanismos ciudadanos desde la familia, las parejas, los jóvenes. [Trabajo de grado de Maestría en Comunicación Educativa. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira].

- [2] Castoriadis, C. (1997). El imaginario social instituyente. *Revista Zona Erógena* 35. Extraído desde <http://www.ubiobio.cl/miweb/webfile/media/267/Castoriadis%20Cornelius%20-%20El%20Imaginario%20Social%20Instituyente.pdf>
- [3] V. Font y J. Acevedo, “Fenómenos relacionados con el uso de metáforas en el discurso del profesor. El caso de las gráficas de funciones,” *Enseñanza de las ciencias*, vol. 21, n° 3, pp. 405-418, 2003.
- [4] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la investigación*, vol. 4, Mexico D.F.: McGraw-Hill, 2006, pp. 561 - 580.
- [5] G. Lakoff y M. Johnson, *Metáforas de la vida cotidiana*, Sexta ed., Madrid: Cátedra, 2004.
- [6] G. Lakoff y R. Núñez, *Where mathematics come from. How the embodied mind brings mathematics into being*, Basic Books, 2000.
- [7] V. Rojas, “Incidencia del lenguaje metafórico empleado por el docente en el aprendizaje del concepto de número complejo con estudiantes de grado noveno de la institución educativa Hogar Nazaret de Dosquebradas,” M.S. thesis, Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, 2017.
- [8] R. Romaña, “Posibles implicaciones del discurso metafórico docente en el abordaje del concepto de divisibilidad con estudiantes de séptimo grado de la institución educativa Santa Teresita del municipio de la Victoria (Valle del Cauca),” M.S. thesis, Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, 2014.
- [9] Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Biografía. Autor 1: Mary Luz López Ceballos

Magister en Enseñanza de la Matemática, de la Universidad Tecnológica de Pereira; Licenciada en matemáticas y física, de la Universidad Tecnológica de Pereira; Tutora del MEN del PTA (Programa todos a aprender) – Valle; docente catedrática de la Universidad Católica de Pereira, Facultad de Ciencias Básicas. Áreas de investigación: Teoría Cognitiva de las Matemáticas


Biografía. Autor 2: Oscar Fernández Sánchez

Doctor en Ciencias de la Educación, RUDECOLOMBIA-UTP, 2014. Licenciado en Matemáticas, Universidad del Cauca, 1988. Magister en Ciencias Matemáticas, Universidad de Valle, 1994. Profesor titular de planta del Departamento de Matemáticas en la Universidad Tecnológica de Pereira.

Autor del libro: El sentido del número al margen de Occidente (2018), Algunas publicaciones: Fernández, O., Mesa, F. y Valencia, A. Introducción al Álgebra Lineal, Bogotá, D.C., Ediciones ECOE, 2012. Fernández, O. De la Pava, E. y Salguero, B. “Modelación Matemática con estructura de edad del riesgo de infección tuberculosa en la ciudad de Cali,” Matemáticas: Enseñanza Universitaria, Corporación Escuela Regional de Matemáticas, vol. XVI, no. 2, pp. 37-56, dic. 2008. Fernández, O. “Pensamiento matemático de los Mayas. Una creación metafórica,” Entre Ciencia e Ingeniería, vol. 4, no. 8, pp. 174-188, dic. 2010.

Campos de investigación: Etnomatemática, Teoría Cognitiva de la Matemática, Modelación Matemática en el aula y Didáctica de la Matemática.

Líder del Grupo de Investigación en Pensamiento Matemático y Comunicación-GIPEMAC.



DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESPACIAL, RECUENTO METODOLÓGICO. UNA PERSPECTIVA TEÓRICA¹

Metaphorical language
Development of Spatial thinking,
methodological recount.
A theoretical perspective.

J. S. Londoño Castañeda²

¹ Artículo derivado del proyecto de investigación Imaginarios matemáticos en el Eje Cafetero 2018-2019. Fase uno. Código 3-18-3, financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira

² Universidad Nacional de Colombia sede Manizales - julondonoc@unal.edu.co

Resumen

El alcance de esta investigación es de tipo argumentativo teórico, de tal manera que puede contribuir con el desarrollo de futuras investigaciones que planteen establecer alcances correlacionales. El objetivo principal consiste en proponer un conjunto de herramientas metodológicas que permitan el desarrollo del pensamiento espacial en estudiantes de educación secundaria, basada en referentes teóricos como: Modelo de los niveles de Van Hiele, la Papiroflexia, herramientas digitales en la enseñanza de la geometría y teoría constructivista de Jean Piaget.

Palabras clave

Estandares curriculares, derechos básicos de aprendizaje, pensamiento espacial, sistemas geométricos.

Abstract

According to the Ministry of National Education Spatial thinking can be defined as: “the set of cognitive processes through which mental representations of space objects are constructed and the relationship among them, their transformations, and their various translations or material representations are manipulated.”. In the development of spatial thinking should be strengthened the general cognitive processes that are described according to the Colombian Institute for the Evaluation of Education (ICFES) and the Curricular Standards for the Mathematics area (MEN, 1998) as: the Communication, reasoning, formulation, comparison and exercise of procedures and the approach and resolution of problems. Taking as a learning axis the Basic Learning Rights (DBA) to guide the design and formulation of the learning guides that contribute to the development of spatial thinking. Thus, the aim of this presentation is theoretical argumentative, so that it can contribute to future researches that can reach correlational scopes. That is why the main objective of this research is to propose a set of methodological tools that allow the development of spatial thinking in high school students, based on theoretical references such as: Van Hiele levels model, Papiroflexia, digital tools in the teaching of geometry and the constructivist theory of Jean Piaget.

Key Works

Special thinking, geometric sites, curriculum standards and basic learning rights

I. INTRODUCCIÓN

Con frecuencia se escucha hablar de cómo las matemáticas se tornan en un dolor de cabeza para los niños, adolescentes y adultos, como si fuesen un martirio que los persiguiera durante toda la vida. Parece difícil dar un diagnóstico acertado para decir en dónde comienza este tormentoso camino y en dónde acabará. Estas falencias pueden llegar a ser vistas por el docente como falta de interés, dificultades diagnosticadas y no diagnosticadas, falencias básicas, errores de lectura e interpretación, entorno social y familiar. Por otro lado, el alumno ve su rendimiento afectado por el interés, problemas sociales, falta de atención, entre otros. En la educación se pueden determinar estas dificultades con las realidades cotidianas, pero no se ha dado la tarea en determinar su relación [1] [2]. Es interesante mencionar aspectos que convergen en esta situación y que han sido de interés para diferentes autores, como es el caso de Chica [3], quien buscó los determinantes en el rendimiento académico de los estudiantes en Colombia; o el estudio realizado por Gómez [4], donde analiza la repercusión de los aspectos culturales sobre la enseñanza de los fundamentos de la matemática; También, el trabajo realizado por Jiménez [5], en el cual se estudian las prácticas pedagógicas de los docentes de educación media y básica, entre otros acercamientos al tema.

En este sentido, se deben evidenciar las falencias del sistema educativo colombiano para favorecer la enseñanza de la matemática y el desarrollo del pensamiento lógico matemático. Esta labor no es solo inherente al docente, es una labor conjunta donde intervienen directivos, padres de familia, psico-orientadores, el sistema académico, el docente y el estudiante.

En la actualidad es común hallar estudiantes apáticos a materias como la matemática, la estadística y la geometría; esto puede tener múltiples justificaciones, como, por ejemplo: la falta de motivación, un ambiente propicio para el aprendizaje, falencias en saberes previos, entre muchas otras. Esta problemática se evidenció en las aulas de clase, pero también en las pruebas realizadas por el Estado, donde los rendimientos para el departamento de Caldas muestran niveles insuficientes en 20%, y mínimos para el 58% de los estudiantes de grado noveno en el departamento [6].

Las principales falencias que tiene los estudiantes se muestran para operar con los conceptos y procedimientos relacionados con el espacio (formas y figuras

en el plano), y con las magnitudes (longitud, área, volumen, capacidad, masa) [6]. En ese sentido, el objetivo de este estudio es proponer diferentes estrategias metodológicas que contribuyan a procesos asociados con el desarrollo del pensamiento espacial y sistemas geométricos.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Para la elaboración de esta ponencia se realizó una búsqueda exhaustiva de referentes bibliográficos (en primera instancia libros), recomendados por diferentes autores, con el propósito de identificar las metodologías usadas en la enseñanza y aprendizaje de la geometría. Con base en dichos referentes se pudieron establecer modelos de enseñanza y aprendizaje, didácticas y ordenamientos que permiten la adquisición de conocimiento en forma coherente y sencilla.

Para la segunda etapa de la investigación se realizó una serie correlacional entre los Lineamientos curriculares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional [6], y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), con la idea de identificar el derrotero que se debe seguir como meta de aprendizaje en la construcción de guías didácticas, construcción de mallas curriculares y planes de área para el área de matemáticas. En este sentido, se debe mantener un orden estricto que cumpla con una coherencia organizacional de orden vertical y horizontal (por grados y por periodos).

Establecida e identificada la ruta de acción (meta de aprendizaje), se procede a analizar las diferentes estrategias metodológicas como Modelo de los niveles de Van Hiele [7], la Papiroplexia [8], herramientas digitales en la enseñanza de la geometría [9] y teoría constructivista de Jean Piaget [7], permitiendo generar una estrategia integradora que pueda llegar a generar conocimiento significativo y, en algunos casos, un conocimiento autónomo por parte de los estudiantes.

III. CONCLUSIONES

Las metodologías propuestas en este artículo generan una herramienta para los docentes que permite ampliar sus horizontes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría y el desarrollo del pensamiento espacial. Además, Promueven una competencia sana para que los estudiantes (aprendizaje autónomo) construyan su propio conocimiento, y abre el panorama sobre

estrategias innovadoras en la enseñanza de la matemática, el desarrollo del pensamiento espacial y sistemas geométricos.

Su aplicación invita a transversalizar el desarrollo del pensamiento espacial con diferentes áreas del saber, como las actividades deportivas y las ciencias exactas y naturales, e incita a los docentes a desarrollar un pensamiento crítico en los estudiantes.

Finalmente, la propuesta de investigación es coherente con los planteamientos estatales, de acuerdo al Plan Decenal de Educación y los diferentes desafíos actuales, que promueven la regulación y precisar el derecho a la educación de calidad.

REFERENCIAS

- [1] J. Antonio and R. De, “De geometría y arquitectura,” *Geom. y Arquít.*, pp. 22–32, 1999.
- [2] J. R. P. Ibarra, “Problemas actuales en la enseñanza de la matemática,” *Educ. y Estud.*, vol. XLVIII, 1956.
- [3] A. Chica Gómez, S. Galvis Gutiérrez, H. Ramírez, “Determinantes del rendimiento académico en Colombia: pruebas ICFES Saber 11o, 20091 Sandra,” *Rev. Univ. EAFIT*, vol. 46, no. 160, pp. 48–72, 2009.
- [4] C. Gómez-Restrepo, A. Padilla Muñoz, and C. J. Rincón, “Deserción escolar de adolescentes a partir de un estudio de corte transversal: Encuesta Nacional de Salud Mental Colombia 2015,” *Rev. Colomb. Psiquiatr.*, 2016.
- [5] A. Jiménez Espinosa, L. J. Limas Berrío, and J. E. Alarcón-González, “Prácticas pedagógicas matemáticas de profesores de una institución educativa de enseñanza básica y media 1 Resumen,” *Prax. Saber*, vol. 7, 2015.
- [6] MEN, “Estandares Básicos de las Competencias en Matemática,” 1998.
- [7] W. Carlos and D. Orozco, “Desarrollo de Pensamiento Variacional en Estudiantes de Secundaria, mediado por GeoGebra,” 2018.
- [8] H. de la Torre-Mejía, “El origami como recurso didáctico para la enseñanza de la geometría,” *Encuentro Colomb. matemática Educ.*, vol. 8, 2007.
- [9] J. D. Godino and C. Batanero, Juan D. Godino Carmen Batanero Vicenç Font. 2003.



LENGUAJE METAFÓRICO DOCENTE EN LA ENSEÑANZA DE LOS NÚMEROS IRRACIONALES¹

Metaphorical language in the
teaching of irrational numbers

Arango-González, Mauricio² y Fernández-Sánchez, Oscar³

1 Artículo derivado del proyecto de investigación Imaginarios matemáticos en el Eje Cafetero 2018-2019. Fase uno. Código 3-18-3, financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira

2 Universidad Tecnológica de Pereira; código 0000-0002-6434-940X. Contacto: marango@utp.edu.co.

3 Universidad Tecnológica de Pereira; 0000-0003-0804-2996. Contacto: oscarf@utp.edu.co.

Resumen:

La metáfora en su concepción cognitiva está presente en el discurso docente. El discurso matemático de aula no es ajeno a este fenómeno cognitivo, cuando el docente se ve en la necesidad de recurrir a metáforas para dar a entender conceptos abstractos frecuentes en el lenguaje matemático formal. Aquí se presentan los resultados del análisis realizado al discurso de aula de dos profesores cuando enseñaron el concepto de número irracional en la Institución Educativa Pablo Sexto de Dosquebradas.

Palabras clave

enseñanza, lenguaje, metáfora, número irracional.

Abstract

The metaphor in their cognitive conception is present in the teaching discourse. Classical mathematical discourse is no stranger to this cognitive phenomenon, when the teacher is in need of resorting to metaphors to imply frequent abstract concepts in formal mathematical language. Here are the results of the analysis carried out in the classroom discourse of two teachers when they taught the concept of irrational number in the Pablo Sexto Education Institution of Dosquebradas.

Keywords

teaching, language, metaphor, irrational number,

I. INTRODUCCIÓN

Generalmente se piensa que la metáfora es un recurso para enriquecer el lenguaje poético, que es una figura literaria de uso exclusivo de escritores y poetas, es decir, de uso de pocos, pero por el contrario la metáfora es de uso ordinario, es el medio por el cual las sociedades se comunican y comprenden conceptos, es decir, mediante el uso del lenguaje metafórico se teje el sistema conceptual de una comunidad, por tanto, se desarrolla y a la vez se exterioriza el imaginario colectivo de la misma, esto lleva a decir entonces que la metáfora se usa constantemente de forma inconsciente. Lakoff y Johnson [1] plantean: “Nosotros hemos llegado a la conclusión de que la metáfora, por el contrario, impregna la vida cotidiana, no solamente el lenguaje, sino también el pensamiento y acción. Nuestro sistema conceptual ordinario, en términos del cual pensamos y actuamos, es fundamentalmente de naturaleza metafórica”

El docente de matemáticas no es ajeno a este fenómeno de comunicación metafórico, este se ve forzado a usar lenguaje metafórico cuando busca hacer entendible números, operaciones y demás, es decir, entes abstractos que están en el imaginario de un campo conceptual no reconocible por el estudiante, por tanto, el docente busca, mediante lenguaje metafórico (en gran medida de forma inconsciente), enseñar conceptos abstractos relacionando algunas características de estos con un campo conceptual familiar para el imaginario colectivo en el que se encuentre el estudiante.

La metáfora como menciona [2]: “implica una manera de pensar el mundo, por lo tanto, no tienen sólo una función estética sino un carácter cognoscitivo que puede enfrentarse con otros discursos”. La metáfora entonces, tiene una relevante característica de verosimilitud que incide en la comunicación de información por medio del lenguaje, por tanto, en el ámbito educativo, la manera más obvia para disminuir el carácter de abstracto a un concepto matemático será mediante un discurso metafórico, en el cual se relacionan dos campos conceptuales (uno conocido y otro desconocido) para acercar y relacionar, inicialmente con lenguaje común, al estudiante con un concepto matemático desconocido.

El referente más próximo de la presente investigación es el grupo de investigación en pensamiento matemático y comunicación (GIPEMAC) de la Universidad Tecnológica de Pereira, al cual está adscrito esta investigación, este grupo de investigación ha trabajado arduamente en el marco del pensamiento metafórico,

específicamente en el proyecto: “Imaginarios matemáticos en el Eje Cafetero, 2016 – 2017. Fase uno”, una de las investigaciones más recientes es la expuesta por [3], en la que determina la incidencia del lenguaje metafórico docente en la enseñanza del concepto de número complejo con estudiantes de grado noveno.

En esta investigación se buscará establecer el pensamiento metafórico de dos docentes al enseñar el concepto de número irracional a estudiantes de séptimo grado de escolaridad.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

No se puede entender el lenguaje sin su incipiente e inherente contexto metafórico inconsciente ¿y que es mas el lenguaje sino una exteriorización del pensamiento (o viceversa, plantean algunos filósofos y académicos en la materia)? Puesto que el pensamiento se va tejiendo a través de las experiencias senso-motoras del hombre, el pensamiento es en cierta medida metafórico también, este que es inconsciente, es una exteriorización involuntaria de como el hombre percibe el medio ¿es un analizador del imaginario social! Soriano [4] plantea al respecto: “las metáforas conceptuales son esquemas abstractos de pensamiento que se manifiestan de muchas formas, entre ellas el lenguaje”.

Por tanto, para identificar el pensamiento metafórico del docente, es necesario identificar las frases metafóricas inmersas en su lenguaje común, es decir, su discurso metafórico, como el caso de la enseñanza del concepto de número irracional que aquí se presenta, para con estas, determinar las metáforas que gobiernan el imaginario de cada docente.

Para analizar el discurso metafórico docente alrededor del concepto del número irracional se hicieron audio grabaciones de las clases de dos profesores, posteriormente con la transcripción de las clases se identificaron las frases metafóricas referentes al concepto matemático en cuestión y finalmente, de estas, se obtuvieron las metáforas presentes en el discurso de aula de los dos profesores. De los dos docentes, el docente 1 es licenciado en matemáticas y física y magister en gestión de la tecnología educativa, el docente 2 es ingeniero mecánico y magister en enseñanza de las matemáticas.

En la Tabla I y Tabla II se muestran algunos ejemplos de las frases metafóricas mencionadas por los docentes (textuales), las metáforas obtenidas de estas y la

clasificación de las metáforas según la categorización sugerida [4] y ampliada en [1].

Tabla I Algunas metáforas del docente 1

Docente 1
Frase Metafórica: ¿Cómo hacemos para llevar un número racional a decimal? ¿Cuál es el proceso? o sea que la división me ayuda a llegar a el número racional Metáfora: Un número racional es un estado Tipo de Metáfora: Estructural - Ontológica
Frase Metafórica: Por eso se llaman irracionales por que no se pueden poner de la forma a/b Metáfora: Los números irracionales son objetos manipulables, que no permiten que se pueda “poner” uno “encima” de otro Tipo de Metáfora: Estructural - Ontológica

Tabla II Algunas metáforas del docente 2

Docente 2
Frase Metafórica: “... si ellos (los pitagóricos) sólo conocían estos, naturales y racionales, quiere decir que raíz de dos tenía que caber en alguno de ellos” Metáfora: Raíz de dos es un objeto que puede ser introducido en un contenedor. Tipo de Metáfora: Ontológica
Frase Metafórica: “eso (raíz de dos) nadie lo conoce, eso es increíble para cualquiera, eso le paso a ellos (pitagóricos), descubrieron algo que era imposible de pensar, imposible, imposible” Metáfora: raíz de dos es algo imposible Tipo de Metáfora: Estructural
Frase Metafórica: “Irracional, por eso el nombre de ellos, porque no era lógico para ellos (pitagóricos) que existiera un número como ese (raíz de dos)” Metáfora: los números irracionales son números que no son lógicos Tipo de Metáfora: Estructural - Ontológica

En el discurso de ambos docentes hay una diferencia marcada, el docente 1 planteó sus clases exponiendo que los números que no cumplen las condiciones establecidas para ser racionales serían, por tanto, irracionales (representación a/b). En cambio el docente 2 planteó su clase desde un punto de vista histórico – etimológico del concepto de número irracional, lo cual se evidencia en la frase

metafórica: “Irracional, por eso el nombre de ellos, porque no era lógico para ellos (pitagóricos) que existiera un número como ese (raíz de dos)”. El docente 2 abordó inicialmente la parte histórica de los inconmensurables para los pitagóricos atendiendo a su ontología, por lo que – inicialmente – los números que no seguían esta ontología no eran considerados verdaderos, lógicos, racionales, por tanto, eran irracionales (etimología).

El análisis de las metáforas que están inmersas en las frases metafóricas textuales mencionadas por cada docente en el aula de clase es relevante ya que permite identificar el pensamiento del docente, permite entender que campos conceptuales relaciona para explicar un concepto matemático abstracto y como los relaciona, realizar este análisis psico – lingüístico permite ahondar en los pilares del conocimiento de un individuo o comunidad. Las metáforas revelan las capas más solidificadas del imaginario, informan de un mundo pasado, pues ellas ponen lo que se da por sentado, lo que se da por des-contado (hechos, ideas) [5]. A continuación en la Fig. 1 y Fig. 2 se muestra el esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 1 y docente 2, respectivamente, al enseñar el concepto de número irracional.

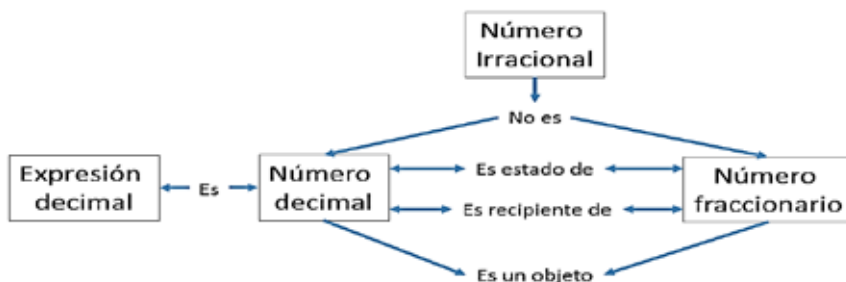


Fig. 1 Esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 1.

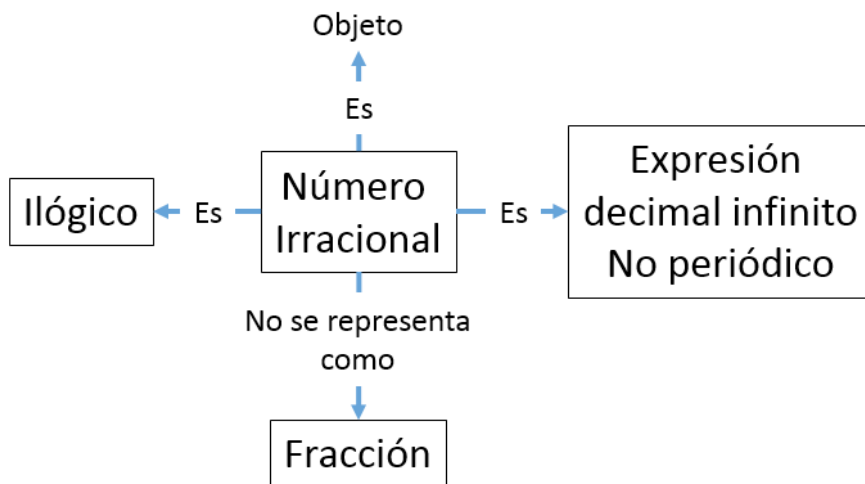


Fig. 2 Esquema relacional del pensamiento metafórico del docente 2.

El análisis metafórico del discurso de los docentes, entonces, permite introducir el investigador en sus imaginarios matemáticos. Se puede inferir entonces, que para ambos docentes los números irracionales son comparables con objetos (adquiriendo las características que les convengan de estos), en ciertas ocasiones los números son utilizados como estados, de forma que estos cambian sus características según sea el caso, y al ser estados pueden ser puntos de partida y de llegada al albergar otros números inclusive (metáfora tipo recipiente), de forma tal que los números irracionales son objetos que no se pueden transportar a un estado (recipiente) denominado fracción. Particularmente para el docente 2, a partir de la cosmovisión de los pitagóricos, se infiere que los números irracionales son números que no son lógicos, que no son verdaderos, que no son racionales.

III. CONCLUSIONES

Al identificar las metáforas implícitas que los docentes utilizaron de forma inconsciente en la enseñanza del número irracional en estudiantes de grado séptimo, se pudo establecer el pensamiento metafórico de estos (Figura 1 y 2).

En el discurso metafórico de los profesores se pudo diferenciar que el docente 1 explicó el número irracional a partir del número racional, mencionando que los números que no siguen las características de los racionales, son por ende

irracionales (pensamiento de exclusión), por lo que utilizó gran parte de su clase explicando el concepto de número racional. El docente 2 en cambio, desarrolló su clase bajo un pensamiento histórico – etimológico del número irracional con base a la concepción de la inconmensurabilidad en los pitagóricos atendiendo a su ontología.

REFERENCIAS

- [1] G. Lakoff y M. Johnson, *Metáforas de la vida cotidiana*, Sexta ed., Madrid: Cátedra, 2004.
- [2] A. G. Palacios, “Las metáforas del conocimiento y la formación docente,” in Encuentro nacional de docentes universitarios católicos (ENDUC), Buenos Aires, 2007.
- [3] V. Rojas, “Incidencia del lenguaje metafórico empleado por el docente en el aprendizaje del concepto de número complejo con estudiantes de grado noveno de la institución educativa Hogar Nazaret de Dosquebradas,” M.S. thesis, Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, 2017.
- [4] C. Soriano, “La metáfora conceptual,” in *Lingüística cognitiva*, Barcelona, Anthropos, 2012, pp. 87 - 109.
- [5] E. Lizcano, *Metáforas que nos piensan. Sobre ciencia, democracia y otras poderosas ficciones*, Madrid: Bajo cero / Traficantes de sueños, 2006.

Biografía. Autor 1: Mauricio Arango González

Magister en Enseñanza de la Matemática, de la Universidad Tecnológica de Pereira; Ingeniero Mecánico, de la Universidad Tecnológica de Pereira; Docente de matemáticas, de la Institución Educativa Pablo Sexto.

Áreas de investigación: Teoría Cognitiva de las Matemáticas


Biografía. Autor 2: Oscar Fernández Sánchez

Doctor en Ciencias de la Educación, RUDECOLOMBIA-UTP, 2014. Licenciado en Matemáticas, Universidad del Cauca, 1988. Magister en Ciencias Matemáticas, Universidad de Valle, 1994. Profesor titular de planta del Departamento de Matemáticas en la Universidad Tecnológica de Pereira. Autor del libro: El sentido del número al margen de Occidente (2018),

Algunas publicaciones: Fernández, O., Mesa, F. y Valencia, A. Introducción al Álgebra Lineal, Bogotá, D.C., Ediciones ECOE, 2012. Fernández, O. De la Pava, E. y Salguero, B. “Modelación Matemática con estructura de edad del riesgo de infección tuberculosa en la ciudad de Cali,” Matemáticas: Enseñanza Universitaria, Corporación Escuela Regional de Matemáticas, vol. XVI, no. 2, pp. 37-56, dic. 2008. Fernández, O. “Pensamiento matemático de los Mayas. Una creación metafórica,” Entre Ciencia e Ingeniería, vol. 4, no. 8, pp. 174-188, dic. 2010.


Campos de investigación: Etnomatemática, Teoría Cognitiva de la Matemática, Modelación Matemática en el aula y Didáctica de la Matemática.

Líder del Grupo de Investigación en Pensamiento Matemático y Comunicación-GIPEMAC.

A hand holding a futuristic, silver and black robotic hand. The background is a digital interface with various charts and data points, including a bar chart with percentages (100%, 70%, 60%) and a line graph. The overall theme is technology and education.

**Integración de
las ciencias y la
tecnología como
tendencia educativa**

**Temática:
Enseñanza y aprendizaje
de la física**



EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN SNAP COMO ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE DEL MOVIMIENTO PARABÓLICO¹

The Snap language programming As Strategy
for The Learning of the Parabolic Movement

*Ramírez Bolívar, Iván Alberto², Giraldo Arbeláez,
Jorge Eduardo³, Osorio Zuluaga Héctor Jairo⁴*

-
- 1 Producto derivado del proyecto de investigación “El Lenguaje De Programación Snap Como Estrategia Para El Aprendizaje Del Movimiento Parabólico”, Presentado para optar por el título de magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.
 - 2 M.g. Iván Alberto Ramírez Bolívar, profesor de Ciencias Naturales-Física y Matemáticas en la Institución Educativa Adolfo Hoyos Ocampo, Manizales: iaramirezbo@unal.edu.co
 - 3 M.Sc. Profesor asociado del departamento de Física y Química de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Contacto: jegiraldoarb@unal.edu.c
 - 4 Dr.Sc., Profesor asociado del departamento de física y química de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Contacto: hjosoriozu@unal.edu.co

RESUMEN

En esta investigación se identifica el cambio en el aprendizaje del concepto de movimiento parabólico mediante la aplicación de una secuencia de actividades con el apoyo de simuladores interactivos desarrollados en el lenguaje de programación SNAP en los estudiantes del grado décimo de la I.E. Adolfo Hoyos Ocampo de la ciudad de Manizales.

Como punto de partida, se identifica los conceptos de cinemática previos al movimiento parabólico mediante un cuestionario inicial (cuestionario 1). Luego, se diseñó y aplicó una secuencia de actividades bajo el modelo pedagógico escuela activa urbana (E.A.U.) para fortalecer los conceptos previos al tema de investigación, después se aplicó el cuestionario final (cuestionario 1). Como post-test.

Mas adelante, con el fin de encontrar los obstáculos y dificultades que presentan los estudiantes frente al concepto de movimiento parabólico se aplicó el cuestionario inicial (cuestionario 2). De igual forma se diseñó y aplicó una secuencia de actividades, apoyadas en simuladores interactivos desarrollados en lenguaje SNAP, conservando el esquema del modelo pedagógico de escuela activa urbana (E.A.U.). Posteriormente, se aplicó el cuestionario final (cuestionario 2). Los resultados obtenidos indicaron que el lenguaje de programación SNAP es una estrategia apropiada para la enseñanza del movimiento parabólico, puesto que los estudiantes lograron un cambio y una mejora notable en el aprendizaje del concepto.

PALABRAS CLAVE

Aprendizaje, movimiento parabólico, simuladores interactivos, lenguaje SNAP, escuela activa urbana (E.A.U.).

ABSTRACT

This research identifies the change in the learning of the parabolic movement concept by applying a sequence of activities with the support of interactive simulators developed through The Snap programming language which is carried out with students of the tenth grade of Adolfo Hoyos Ocampo School from the city of Manizales.

As a starting point, the previous concepts of kinematics to the parabolic movement are identified through the implementation of an initial questionnaire

(questionnaire 1). Then, a sequence of activities was designed and applied based on the pedagogical model Escuela Activa Urbana (E.A.U.) so as to strengthen the previous concepts to the research topic, after the final questionnaire was applied (questionnaire 1) as a post-test.

Later on, in order to find the obstacles and difficulties that the students presented with the concept of parabolic movement, the initial questionnaire was applied (questionnaire 2). In the same way, a sequence of activities was designed and applied, supported by interactive simulators developed in the SNAP language and preserving the pedagogical model of an Escuela Activa Urbana (E.A.U.). Subsequently, the final questionnaire was applied (questionnaire 2).

The results obtained indicated that the SNAP programming language is an appropriate strategy for the teaching of the parabolic movement, since the students achieved a change and a remarkable improvement in the learning of the concept.

KEYWORDS

Learning, parabolic movement, interactive simulators, SNAP language, Escuela Activa Urbana (E.A.U.).

I. INTRODUCCIÓN

Una de las intenciones del Sistema educativo de nuestro país, es promover el pensamiento científico a través del desarrollo de la ciencia, impactando positivamente las aulas de clase. la enseñanza de la física es un elemento importante en el desarrollo de esta capacidad, articula conceptos, formulas y modelos matemáticos enfocados a la solución de una situación en particular muchas veces denominado como un Problema.

El surgimiento de la tecnología como herramienta de ayuda al proceso educativo ofrece un sin número de posibilidades, proporciona herramientas didácticas a los maestros permitiendo establecer la sincronía entre los contenidos académicos, científicos y el contexto cotidiano de los estudiantes que en su gran mayoría no se conforman con una educación tradicional.

Desde este punto de vista, es importante que el docente renueve sus estrategias y metodologías a través de la apropiación de las tecnologías de información y comunicación (TIC). En este trabajo se analiza el impacto de la tecnología y específicamente de modelos de simulación interactivos de fenómenos físicos, mejorar la comprensión del concepto de movimiento parabólico y su aplicación en un entorno real.

Esta investigación se llevó a cabo en el grado décimo de la Institución Educativa Adolfo Hoyos Ocampo de la ciudad de Manizales, como un ejercicio de articulación de la informática en el área de física y para tal fin, se intervino el concepto de movimiento parabólico determinando cuál es el aporte al aprendizaje de los estudiantes, basándose en la solución de situaciones problemáticas, apoyándose en simulaciones desarrolladas en el lenguaje de programación visual SNAP.

Los recursos tecnológicos introducen herramientas visuales y dinámicas de manera que los conceptos abstractos se conviertan en elementos concretos de fácil comprensión para el estudiante. sintiéndose más cercanos al manejo de las TIC y la aplicación de estas en sus procesos educativos.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Un obstáculo notable en el aprendizaje de la física es la incapacidad que presentan los estudiantes al relacionar fenómenos cotidianos, con un lenguaje científico

expresado mediante fórmulas que casi siempre hay que despejar y no se centra en la contextualización de las situaciones, por tanto, el estudiante muchas veces no encuentra la utilidad, ni la necesidad de solucionar los problemas planteados, al no estar relacionados con la práctica, ni con el mundo real.

De igual forma, la falta de análisis sistemático y coherente de las situaciones por parte del estudiante hace que se genere un proceso contrario de pensamiento basada en la mediocridad y en la debilidad de la argumentación provocando que se aplique una solución equivocada a las situaciones planteadas.

Una dificultad que presentan los estudiantes en la creación e interpretación de graficas específicamente las que tienen que ver con distancia vs tiempo, velocidad vs tiempo y aceleración vs tiempo y su relación con lo que representa dentro del problema. De igual forma lo planteaba [1] cuando afirma:

“Las gráficas cinemáticas (posición-tiempo, velocidad-tiempo y aceleración-tiempo) no son interpretadas correctamente. Los estudiantes confunden la forma de la gráfica con la situación real que describe y no extraen información pertinente para la solución de problemas” Generalmente la dificultad que presentan los estudiantes al interpretar y analizar el comportamiento de las variables involucradas en el movimiento hace que sea un tema difícil de comprender y de enseñar.

La experimentación es otra dificultad presente en los estudiantes, es una fuerte base para la formulación de teorías. Sin embargo, su práctica ha estado ligado al uso de complejos instrumentos especializados y en lugares específicos para este fin. Situación que obliga a una nueva forma de llevar a cabo la experimentación en particular en la física, desarrollando nuevas habilidades mediante el uso de la tecnología que fomenten el trabajo científico. Como lo propone [2].

Es por este tipo de obstáculos que se presentan en la enseñanza de la física, de igual forma presentes en la enseñanza del movimiento parabólico, se busca establecer si el uso de herramientas de simulación interactivas, desarrolladas en el lenguaje de programación visual SNAP, son una buena solución a situaciones complejas comunes en el movimiento parabólico y que se transformen en problemas reales, permitirá que hagan un análisis detallado de las situaciones, comprender mejor los problemas presentados, asimilar los conceptos involucrados a través de una

buena interpretación de las gráficas que permita identificar si los estudiantes mejoraron en el aprendizaje del concepto de movimiento parabólico.

En un mundo sumergido en fenómenos de cambio constantes donde emergen nuevas y diferentes formas de comprender el mundo natural que nos rodea, vemos aulas de clase ancladas a modelos tradicionales de enseñanza donde es un verdadero reto cambiar la concepción que se tiene sobre el conocimiento de las ciencias y en especial de la física, que ha tenido que cargar con el estigma de ser un campo del saber solo para genios o mentes brillantes.

A través del tiempo es cada vez más evidente las dificultades que la mayoría de los estudiantes han tenido a la hora de aprender física, los esfuerzos por mejorar los procesos de enseñanza de la física no son suficientes, algunas dinámicas en el aula están enfocadas a la transmisión de contenido sin poder establecer relaciones entre los conceptos y el contexto.

Es importante resaltar, que pese a estas dificultades, con la aparición de la tecnología la enseñanza de la física está tomando un nuevo significado, por medio del uso del computador, la informática, la multimedia y las comunicaciones, puede ser abordada en un contexto que los estudiantes de hoy reconozcan sin dejar de lado los elementos que la ciencia tiene, generando una mejor comprensión y análisis de fenómenos físicos que son cotidianos para los estudiantes, en el caso particular, del movimiento parabólico.

Proponer estrategias innovadoras para la enseñanza de la física sugiere una nueva dimensión en los niveles de comprensión de los estudiantes por medio de la apropiación de recursos y herramientas digitales ofreciendo otra visión de la enseñanza de la física. Además, estas estrategias se convierten en elementos cautivadores que facilita la comprensión del entorno.

Se busca probar si el apoyo de recursos tecnológicos mejorara el aprendizaje de los estudiantes, se incluye el lenguaje de programación visual SNAP, como una herramienta útil, de fácil manejo y aplicación con excelentes resultados, para la creación de simulaciones que complementen la enseñanza de la física y otras áreas del conocimiento.

Ideas previas y cambio conceptual

En el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje, toma significativa importancia la forma de relacionarse con el entorno, en un momento inicial, son los sentidos los que permiten que el individuo interactúe en casos específicos de la realidad desde su propio contexto, observando, analizando, describiendo semejanzas y diferencias como características de los objetos inmersos en los procesos y fenómenos cotidianos, desarrollando una forma de conocimiento que implica la definición de conceptos como referencia entre lo conocido y lo desconocido. Ya lo planteaba [3] al definir las ideas previas como aquellos conceptos que traen los estudiantes antes de adquirir un conocimiento formal.

Las ideas previas son representaciones mentales, que generalmente se encuentran presentes en toda la etapa escolar, inherentes a las personas, nacen de la necesidad de dar respuesta, explicar y entender los fenómenos naturales presentes en su entorno, estas representaciones no se pueden explicar cómo ideas aisladas sino como estructuras universales fuertes y resistentes al cambio, que entretengan una red de conocimiento relativamente coherente, y eso sí, diferente al esquema conceptual científico. [3].

Las experiencias que los estudiantes han logrado transformar y acumular a través de los años son las bases conceptuales para formar las ideas previas, generando un impacto significativo para sus vidas, es de gran importancia tenerlas presentes en todos los contenidos que abordan los programas de las diferentes asignaturas, por medio de ellas se puede formar un estrecho tejido de conocimientos que representara la adquisición de un nuevo y valioso aprendizaje. [4].

Es entonces, un reto importante dentro de la labor docente, tratar de renovar las ideas previas de los estudiantes y llevarlas a contenidos científicos cercanos; así esto necesariamente implique una transformación en la enseñanza de su área de conocimiento.[3].

Cuando se logra acercar al estudiante a conceptos más estructurados desde la renovación de las ideas preliminares que el estudiante logra deducir mediante la interacción con el medio, se puede decir que emerge el “Cambio Conceptual”

Tecnología en la enseñanza de la física

El docente ya no es el dueño de la información, los estudiantes pueden acceder a ella fácilmente, y por tanto hoy más que nunca se requiere que el docente sea un mediador y el formador de pensamiento de los estudiantes, aquel que le ayudará a enfrentar de mejor manera el mundo de la información y le inducirá a sacar provecho de ello para su crecimiento personal y profesional. Los laboratorios virtuales, la consulta mediante buscadores, la participación en grupos de intereses particulares y las ayudas audiovisuales, son algunos de los caminos que brinda la tecnología para la enseñanza de las ciencias en este caso de la física.

La tecnología facilita la construcción de conocimiento mediante el uso de métodos de estudio más efectivos y motivadores para los estudiantes. Utilizando la capacidad de una computadora para la simulación de procesos físicos que permiten el trabajo interactivo de los estudiantes, siendo de gran importancia los laboratorios virtuales de simulación en física, es así como, esta poderosa herramienta es una estrategia didáctica que responde coherentemente a los contenidos y a las condiciones de los alumnos, ocasionando un aporte novedoso y positivo al aprendizaje de esta disciplina.

Snap! una Herramienta de Programación Visual

Snap! es un lenguaje de programación visual, publico de distribución gratuita, desarrollada por Jens Mönig y Brian Harvey en la Universidad de California en Berkeley, su nombre original fue “Build Your Own Blocks” (BYOB), más tarde adopta su nombre actual por la facilidad y sencillez para programar utilizando una sintaxis de programación por bloques. Snap se basa en los lenguajes de programación JavaScript y html5, permitiéndole ser descargado y utilizado en cualquier dispositivo móvil, ya que puede ser implementado bajo cualquier sistema operativo y necesitando solo un navegador convencional para su ejecución, además crea una llamativa e intuitiva interfaz gráfica con una tecnología de “Arrastra y Suelta”, que le permite adaptarse a una amplia variedad de plataformas como, Lego NXT, Parallax, Wii, Hummighbird, destacándose hoy en día su uso educativo en proyectos de simulación y robótica con Arduino y RoboFinch.

Enfoque de investigación

Este trabajo de investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, modelo de investigación que es definido por [5], ya que se recoge y analiza una serie de datos obtenidos de la aplicación de un cuestionario 1 y 2, que se transforma en valores numéricos y que permiten calcular porcentaje y realizar gráficos para determinar cómo cambia el aprendizaje del concepto de movimiento parabólico cuando se aplican actividades apoyadas en simuladores interactivos desarrollados en el lenguaje SNAP.

Se elaboraron 6 guías de trabajo divididas en 3 grupos así: 2 guías de nivelación con el propósito de intervenir el tema de cinemática, es decir las guías 1 y 2 tratan el tema de movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado, trayectorias y vectores, la guía 3 aborda el tema de conocimiento, utilización y programación del lenguaje visual SNAP y las guías 4, 5 y 6 se enfocan al tema de movimiento parabólico, en general todas las guías presentan contenidos y secuencias de actividades sobre cada tema y las guías 4, 5 y 6 contienen cada una un simulador interactivo en lenguaje SNAP que se diseñaron para apoyar y complementar cada una de estas guías.

Se trabajó con un único grado decimo de 20 estudiantes, cuyas edades se encuentran entre los 15 y los 19 años, conformado por 8 hombres y 12 mujeres en la sede principal de la institución educativa Adolfo Hoyos Ocampo, de la ciudad de Manizales caldas, pertenecientes a los estratos 1 y 2 en un contexto rural y urbano, bajo el modelo pedagógico de (E.A.U).

Se analizó cuantitativamente el cuestionario 1, (pre-test) con el fin de identificar los problemas que tenían los estudiantes en los contenidos y conceptos de cinemática previos al movimiento parabólico, se comparó con el cuestionario 1, (post-test), con el objetivo de observar y establecer el nivel en el que se encuentran los estudiantes en cada uno de los temas propuestos antes de abordar el tema de investigación.

De una forma similar se analizó el cuestionario 2, (pre-test), cuyo propósito es establecer los conceptos y las ideas previas de los estudiantes acerca del movimiento parabólico, a través de un análisis cuantitativo con el uso de porcentajes y gráficos se compara con el cuestionario 2, (post-test), para evaluar cuánto mejoraron en

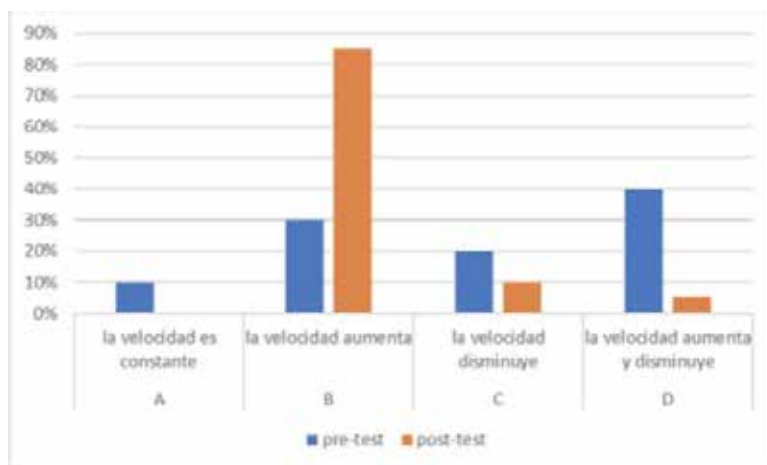
el aprendizaje después de implementar la estrategia del uso de simuladores como complemento al proceso de formación.

Análisis de Resultados

El cuestionario 2 inicial de ideas previas, fue aplicado nuevamente a los estudiantes como post-test, después de la implementación de los simuladores en el lenguaje de programación SNAP, para realizar un análisis comparativo con los resultados obtenidos en el pre-test, con el objetivo de evidenciar de manera los cambios y el mejoramiento del aprendizaje generados en los estudiantes con la implementación y el uso de la estrategia.

Como ejemplo se muestra el análisis de la Pregunta 1.

Los resultados comparativos obtenidos en la implementación del pre-test y el post-test se muestran en el siguiente gráfico de barras.



Gráfica 1: Resultados comparativos pregunta 1

El 85% de los estudiantes responde de manera acertada en el post-test, lo que evidencia un buen resultado respecto al 30% obtenido en el pre-test, Se reduce significativamente los errores presentados en el pre-test de un 70% a un 15%, cifras que permiten evidenciar que la implementación de la estrategia de los simuladores interactivos en SNAP contribuyo a superar los obstáculos reflejados en el pre-test ya que para el estudiante existía una dificultad al interpretar y

confundir gráficamente el comportamiento del vector velocidad en X con la trayectoria parabólica del movimiento.

III. CONCLUSIONES

Como conclusiones de esta investigación se tienen:

- La implementación de simuladores interactivos desarrollados en SNAP incluidos en las actividades propuestas en las guías de aprendizaje determina que los estudiantes acogieron de manera positiva el uso de herramientas tecnológicas como apoyo al proceso de aprendizaje, los estudiantes mejoraron su actitud y motivación frente a la clase.
- Se presentó un cambio en el aprendizaje del concepto de movimiento parabólico en los estudiantes del grado decimo de la Institución Educativa Adolfo Hoyos Ocampo, reflejado en los resultados obtenidos en el análisis y comparación del cuestionario 2, (pre-test), (post-test), generando un impacto positivo en el aprendizaje; mediante el análisis gráfico y uso del simulador en las situaciones planteadas ayuda a la construcción y asimilación del conocimiento.

REFERENCIAS

- [1] D.B. Gómez, Enseñanza de los conceptos de la cinemática desde una perspectiva vectorial con los estudiantes de grado décimo del colegio José Antonio Galán. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2011, pp 24.
- [2] J.L. Carballo, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (ed). Sinaloa, México, 2014, pp 11.
- [3] S, Bello, Ideas previas y cambio conceptual. Bello, Revista de aniversario. Facultad de Química, UNAM, 2004.
- [4] A, Acero Herrera, Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto de Mol y numero de Avogadro utilizando herramientas virtuales. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. 2014
- [5] H, Sampieri, R., Fernández Collado, C., & P,Baptista Lucio,(2004). Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (6a. ed. --.). México D.F, Nueva Editorial Interamericana.2004.

Biografía. Autor 1: Iván Alberto Ramírez Bolívar

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Docente Ciencias Naturales-Física y Matemáticas en la Institución Educativa Adolfo Hoyos Ocampo, Manizales. Áreas de investigación: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales, Física.

Biografía. Autor 2: Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez


Magister en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. ORCID: 0000-0002-4102-5701

Áreas de investigación: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales, Química General.

Biografía. Autor 3: Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Investigador Asociado Colciencias. ORCID: 0000-0002-0227-588X

Áreas de investigación: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales, Química Orgánica.



HABILIDADES DE LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA RURAL EN LA INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS CINEMÁTICAS¹.

Skills of students of rural media education
in the interpretation of cinematic graphics.

E.A. Llanos-Valencia²

-
- 1 Este artículo es resultado de la tesis doctoral titulada estrategias visuales para el aprendizaje significativo de la cine-mática en estudiantes de educación media rural de la Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín, realizada entre marzo 2016 y julio 2018. Institución Educativa Rural San Juan, La Unión, Antioquia, Colombia.
- 2 Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín, URBE, Venezuela
código ORCID. <https://orcid.org/0000-0003-1930-5165> Contacto: aliriollanos@gmail.com.

Resumen

El propósito de este estudio fue Identificar las habilidades que poseen los estudiantes de educación media rural del municipio de La Unión departamento de Antioquia en la interpretación de gráficas cinemáticas. La investigación toma como referentes teóricos a Moreira (2012), Ramírez (2013), Ivajek (2016), Zavala, Tejada y Beichner (2017) entre otros, se cataloga como una investigación explicativa, con un diseño cuasi experimental, de campo y longitudinal. La muestra fue intencional, se tomó un grupo control y otro experimental, estudiantes de grado décimo. Se utilizó como técnica la encuesta y como instrumento una adaptación del test estandarizado de interpretación de gráficas en cinemática T.U.G.K., Con la estadística descriptiva se logró comparar el pre y el postest y los dos grupos, hallando la media aritmética en cada uno de las subdimensiones e indicadores. Entre los hallazgos se encontró que los estudiantes sometidos a una estrategia de enseñanza visual a través de un modelo didáctico desarrollaron mejor sus habilidades de interpretación de gráficas. Sin embargo un ítem reveló valores negativos en la ganancia de aprendizaje lo que indica una persistente confusión entre la magnitud de velocidad y una menor aceleración. Se recomienda utilizar las estrategias visuales en la enseñanza de la física y el uso de actividades potencialmente significativas como la construcción e interpretación de gráficas en cinemática.

Palabras clave

cinemática, aprendizaje significativo, gráficas, aprendizaje visual,

Abstract

The purpose of this study was to identify the skills that students of rural high school in the municipality of La Unión department of Antioquia have in the interpretation of cinematic graphics. The research takes as theoretical references Moreira (2012), Ramírez (2013), Ivajek (2016), Zavala, Tejada and Beichner (2017) among others, is classified as an explanatory research, with a quasi-experimental, field and longitudinal design. The sample was intentional, a control group and an experimental one were taken, tenth grade students. The survey was used as a technique and as an instrument an adaptation of the standardized test of interpretation of graphs in TUGK kinematics. With the descriptive statistics, it was possible to compare the pre and posttest and the two groups, finding the arithmetic average in each of the sub-sections. indicators. Among the findings, it was found that students submitted to a visual teaching strategy through a didactic model developed their graphic interpretation skills better.



However, an item revealed negative values in the gain of learning which indicates a persistent confusion between the magnitude of speed and a lower acceleration. It is recommended to use visual strategies in the teaching of physics and the use of potentially significant activities such as construction and interpretation of graphs in kinematics.

Keywords

kinematics, meaningful learning, graphics, visual learning,

I. INTRODUCCIÓN

Una manera de apreciar el movimiento y representarlo de manera atemporal es mediante su interpretación gráfica, estas, son de vital importancia porque permiten apreciar mejor el comportamiento de una variable con respecto a otras asociadas; sin embargo, podría presentarse, la pérdida del sentido del ejercicio académico y del esfuerzo por preservar y transmitir una información, si esta, no es interpretada de forma adecuada. Es por esto que la didáctica de las ciencias experimentales, ha centrado su interés en la manera en que se puede hacer más inteligible los conceptos físicos, y cómo llegar a un aprendizaje significativo y experimental de las ciencias, dado la especial importancia en la génesis del pensamiento físico.

En el ámbito local, particularmente en las instituciones educativas del municipio de La Unión, se ha percibido dificultades en el aprendizaje del área de la física evidenciado en el seguimiento realizado, los resultados de pruebas saber y los exámenes de ingreso a las universidades.

Otro aspecto a señalar es, que a pesar de la preocupación por parte del gobierno por la calidad educativa desde el punto de vista económico y administrativo, en comparación con los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), se ha evidenciado bajos resultados en matemáticas y ciencias, brechas de género y de logro de competencias entre las grandes ciudades y las de la periferia, además sobreestimación de los logros académicos de los estudiantes.[1].

Al respecto, en las pruebas PISA, los países latinoamericanos participantes de la OCDE y los invitados quedaron distribuidos en los últimos quince puestos vivenciando la similitud de los sistemas educativos y sus falencias [2]. Además, España y Finlandia también se alarmaron por bajar su posición; lo que evidencia la preocupación latente por el mejoramiento en los aprendizajes de las ciencia desde lo micro hasta lo macro curricular.

En este orden de ideas, el presente estudio hace parte de los resultados en la investigación doctoral titulado: “Estrategias visuales para el aprendizaje significativo de la física en estudiantes de educación media rural”, donde uno de sus objetivos es: Identificar las habilidades de interpretación de graficas cinemáticas que poseen los estudiantes de educación media rural del municipio

de La Unión departamento de Antioquia. Cuyos resultados fueron obtenidos a través de pruebas escritas en la población objeto de estudio antes y después de ser sometidos a una serie de estrategias visuales relacionado con estudio de la cinemática.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Las estrategias, son el mecanismo por el cual se llega al aprendizaje, conceptualmente Ramírez [3] las define como: procesos o actividades mentales que facilitan los aprendizajes, gestionando conocimiento en el aula tanto en el aprendizaje como en la enseñanza, además plantean directrices que determinan actuaciones concretas, Por otra parte Díaz y Hernández [4], define estrategia de enseñanza: como los procedimientos o recursos utilizados por el agente de enseñanza para promover aprendizajes significativos, y estrategias de aprendizaje como un procedimiento (conjunto de pasos o habilidades) que un alumno adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente, solucionar problemas y demandas académicas.

Para la investigación, las estrategias visuales abordadas fueron: la construcción, lectura e interpretación de gráficas cinemáticas manualmente o por computador como se muestra en la Figura 1, a partir de información suministrada o proveniente de una actividad experimental potencialmente significativa y facilitadores del aprendizaje significativo [5], que relacionen conocimientos previos con los que se presentan como nuevos, generando un puente cognitivo en la teoría del aprendizaje significativo.

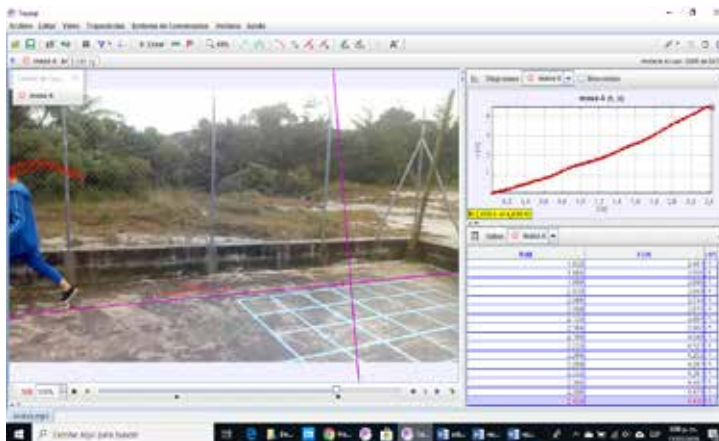


Figura 1: Actividad potencialmente significativa analizada con software Tracker[6].

Lo anterior, resalta la importancia de reconocer los conceptos científicos de manera significativa para una apropiación e inserción en la cultura. En este orden de ideas, las gráficas cinemáticas contienen un trasfondo que pocas veces se aborda de manera conceptual como la baja comprensión del concepto de velocidad como la pendiente de la gráfica x vs t en un movimiento rectilíneo uniforme [7] .

Para ello, se planteó un modelo didáctico para la enseñanza de la cinemática a partir de los hallazgos encontrados en las encuestas realizadas que pretende abordar los conceptos de cinemática, conociendo y comprendiendo cada uno de ellos. En su forma algebraica y su representación gráfica además establecer relaciones entre ellos y realizar cálculos para la solución de problemas para ello, se Moreira[8] planteó los siguientes aspectos secuenciales:

-Crear o proponer situación que lleve a exteriorizar su conocimiento previo relacionándolo con el contexto de la materia que está estudiando.

-Proponer situaciones problema y tengan relación con la representación gráfica.

-Deducir ecuaciones de movimiento a partir de la representación gráfica.

-Establecer relación entre la velocidad con la pendiente de la gráfica posición contra tiempo de igual manera se redefinen los conceptos de posición, velocidad y aceleración, en relación con la pendiente y área debajo de la gráfica.

-Diferenciación progresiva y reconciliación integradora para tener clara la relación y la diferencia entre las magnitudes estudiadas.

-Evaluación formativa y permanente.

La investigación, es de tipo explicativa, en la medida en que amplía el horizonte en la comprensión del fenómeno, lo ilumina y permite ver más allá, Vieytes[9] en el objetivo de: Identificar las competencias de interpretación de gráficas cinemáticas que poseen los estudiantes de educación media rural del municipio de La Unión departamento de Antioquia. La investigación fue cuasi experimental, este diseño tiene como centro un experimento de campo, aplicando una prueba inicial de conocimientos y un tratamiento al grupo experimental, una segunda prueba sirve para control del experimento y medir la ganancia de cada grupo[10], en

este sentido, el estudio se llevara a cabo de manera longitudinal, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación.

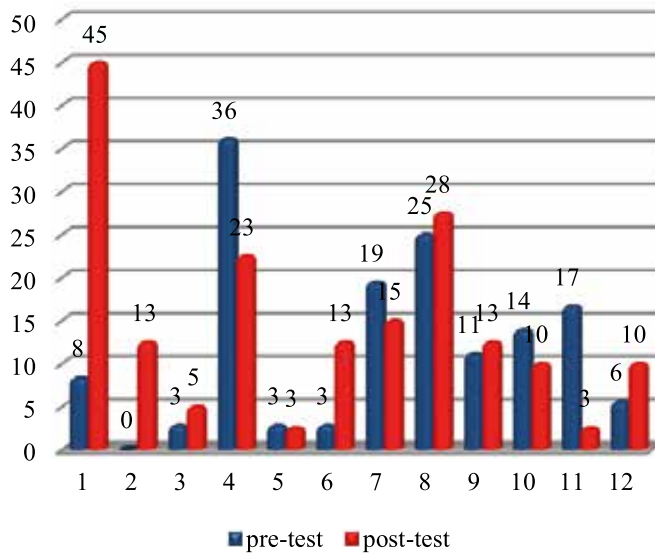
La muestra, estuvo constituida por un grupo experimental y un grupo control de educación media rural del Municipio de La Unión Antioquia donde se evaluaron las dimensiones de conocimientos previos de los estudiantes en la interpretación de gráficas. La técnica fue la encuesta y el instrumento, una prueba estandarizada para medir el aprendizaje significativo de la física apoyados en la estrategias visuales; este test consta de 12 preguntas con cinco opciones de respuesta, empleándose el factor Hake [11], que no es más que la media de la calificación normalizada, medible entre 0 y 1, donde 0 significa ausencia de ganancia de aprendizaje y 1 una total ganancia.

$$g = \frac{\% \text{ posttest} - \% \text{ pretest}}{100 - \% \text{ pretest}}$$

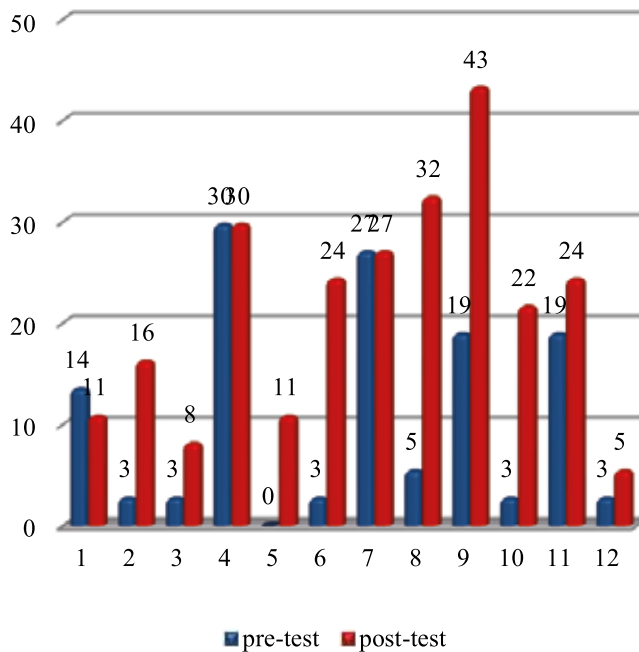
Ecuación 1: Factor Hake.

En la Grafica 1 de, se muestra el porcentaje de respuestas correctas para cada uno de los 12 ítems de la prueba de interpretación de gráficas en cinemática. En relación al grupo de control, los resultados en el post-test de las preguntas 1, 2, 3, 6, 8, 9 y 12 lograron un efecto esperado de ganancia y aprendizaje en contraste con las demás. En las pregunta 5, 10 y 11 se ve evidenciado una posible confusión en la comprensión de los conceptos una vez sometidos a la actividad de aprendizaje tradicional.

En el grupo control, se evidencia en la pregunta 1 que se obtuvo menor resultado en la posprueba debido a la confusión entre el concepto de velocidad y aceleración y en la pregunta número 4, se obtuvieron resultados equivalentes. En otros ítems se obtuvo una ganancia de aprendizaje mayor en la posprueba evidenciando una ventaja respecto a la estrategia de enseñanza tradicional. En este sentido, se evidencia la debilidad en el reconocimiento de la diferencia de los conceptos de velocidad, lo cual podría incidir en una posible confusión en la pregunta 1.



Gráfica 2: Porcentaje respuestas correctas grupo de control.



Gráfica 3: Porcentaje respuestas correctas grupo experimental.

La anterior tendencia, concuerda parcialmente con los planteamientos de Ivanjek[7] quien encontró, que los estudiantes calculan adecuadamente la pendiente en matemáticas, pero se les dificulta aplicarlas en otros contextos como el de la física, motivo por el cual posiblemente se generó gran confusión en la pregunta 1, orientada a la determinación de la aceleración como pendiente de la gráfica v vs t , sin embargo la pregunta 2 indaga por la velocidad como pendiente de la gráfica x vs t y en este caso se presentaron mejores resultados dando cuenta del concepto de pendiente como razón de cambio, por lo cual se le dio especial interés en el diseño del presente modelo didáctico. No obstante los resultados evidenciaron que es necesario hacer mayor hincapié en este aspecto.

En la tabla 1 se muestran los resultados de ambos grupos objeto de estudio dando cuenta de que el grupo experimental paso de presentar respuestas correctas en la prueba de entrada del 10.59% a un 21.17% luego de ser sometidos a la estrategia didáctica basada en la interpretación de gráficas en cinemática lo que corresponde a un factor Hake de 0,12 lo cual representa una ganancia baja, mientras que el grupo de control quien presentó unas mejores condiciones iniciales con un 12.04% de respuestas correctas en la prueba de entrada avanzó hasta un 15.57% lo que representa un factor Hake del 0.04 igualmente catalogado como bajo. Sin embargo, la ganancia de aprendizaje es mayor en el grupo que fue sometido a la actividad experimental de interpretación de gráficas en cinemática.

Tabla 1: Factor Hake de la interpretación de graficas en cinemática para el grupo experimental y de control

Grupo	% Pretest	Desviación estándar	% Postest	Desviación estándar	Factor Hake	Nivel de ganancia de aprendizaje
Experimental	10,59	1,15	21,17	2,10	0,12	Bajo
Control	12,04	1,00	15,57	1,02	0,04	Bajo

Para la dimensión conocimientos previos de los estudiantes en la interpretación de gráficas mediante el análisis de sus subdimensiones: Indagar, explicar identificar, se evidencia un avance en el desarrollo de la subdimensión indagar, pasando de una valoración de 0,54 a 1,16, es decir, una diferencia de 0.62 en contraste con la diferencia alcanzada en el grupo de control de sólo 0.29. En la subdimensión explicar, se presentó una pérdida de dos décimas mientras que en la subdimensión identificar la puntuación de la subdimensión paso de 0.38 a

0.52 siendo la subdimensiones indagar e identificar las que mejores resultados obtuvieran mientras que “explicar” presentó un ligero retroceso.

Tabla 2: Resultados dimensión competencias en interpretación de graficas en cinemática para el grupo experimental y de control.

Variable: Estrategias visuales							
Dimensión: Conocimientos previos de los estudiantes.		Control		Experimental		Diferencia	
		Pre	Post	Pre	Post	Con	Exp
Subdimensión	indagar	0,66	0,96	0,54	1,16	0,29	0,62
	explicar	0,40	1,08	0,26	0,92	0,68	0,66
	identificar	0,34	0,72	0,32	0,87	0,38	0,56

Los hallazgos indicaron que la tendencia de conocimientos previos de los estudiantes en la interpretación de gráficas cinemáticas es creciente pero en ligeras proporciones teniendo en cuenta que la mayor ganancia de aprendizaje estuvo localizada en una puntuación de 0.12 mientras el baremo muestra que este crecimiento es bajo hasta 0.3 medio hasta 0.7 y alto entre 0.7 y 1. Además, la presencia de las subdimensiones también se encuentra catalogada como baja a pesar de haber presentado un modesto avance, con una puntuación que en el mejor de los casos rodea la unidad de una calificación máxima de 5.

III. CONCLUSIONES

El rastreo bibliográfico ha permitido evidenciar la preocupación generalizada de la comunidad científica en la correcta interpretación de información presente en gráficos, lo cual, no es logrado principalmente porque los procesos desarrollados son conducentes a la mecanización de procesos algorítmicos y la solución de problemas modelo. Los estudiantes realzan poco análisis conceptual del problema y pasan directamente a buscar una fórmula que se acomode a los datos suministrados, el cual, se enuncia pocas veces a partir de la gráfica.

Se concluye, que luego del experimento centrado en comprensión de gráficas en cinemática se muestra mejores resultados que evidencian mayor apropiación de los conceptos físicos, sin embargo persiste confusión en la interpretación gráfica de los conceptos de velocidad y aceleración, por lo que se hace necesario prestar mayor atención y dar más importancia a este aspecto a la hora de plantear estrategias didácticas por una parte, y por otra sensibilizar a los maestros de

las instituciones educativas rurales de La Unión en la utilización de enfoques centrados en la interpretación de gráficas cinemáticas, además, integrar el modelo didáctico basado en estrategias visuales en el plan de estudios de física y responder de forma especial a la necesidad latente de mejorar dicho aspecto.

En lo referente a los conocimientos previos de los estudiantes en la interpretación de gráficas cinemáticas en los estudiantes de las instituciones educativas Rurales del municipio de La Unión Antioquia, se concluye que gran porcentaje los estudiantes no interpretan adecuadamente una gráfica cinemática y confunden conceptos claves como velocidad y aceleración, sin embargo, un grupo relativamente pequeño de estudiantes lo hace bien y construyen una, a partir de las orientaciones dadas. Se recomienda aplicar las estrategias, la construcción manual y por computador de gráficas y su análisis a partir de experiencias desarrolladas por el estudiante, cálculo de pendiente y área debajo de la gráfica, intercepto, entre otros

REFERENCIAS

- [1] J. Ayala, “Evaluación externa y calidad de la educación en Colombia,” in *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, no. 217, 2015, pp. 1–45.
- [2] J. Piña, “La prueba PISA del año 2013,” *Perfiles Educ.*, vol. 36, no. 143, pp. 3–7, 2014, doi: 10.1016/S0185-2698(14)70606-3.
- [3] M. S. Ramírez Montoya, “Modelos y estrategias de enseñanza para ambientes innovadores,” *Model. y Estrategias Enseñanza para Ambient. innovadores*, pp. 1–55, 2013.
- [4] F. Díaz Barriga and G. Hernández Rojas, “Capítulo 5 Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos,” *Estrategias docentes para un Aprendiz. significativo. Una Interpret. Constr.*, pp. 1–27, 1999.
- [5] M. A. Moreira, “APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO: UN CONCEPTO SUBYACENTE,” <https://www.if.ufrgs.br/~moreiral/apsigsubesp.pdf>, 1997. [Online]. Available: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf>.
- [6] D. Aristizabal, “Plataforma hardware-software para dispositivos móviles,” *Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia*, 2016. [Online]. Available: <https://medellin.unal.edu.co/~ludifisica/>.

- [7] O. Ivanjek, “Student reasoning about graphs in different contexts,” *Physical Review Physics Education Research*, vol. 12, no. 1. p. 010106, 2016, doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010106.
- [8] M. A. Moreira, “Unidades De Enseñanza Potencialmente Significativas-Ueps,” *Aprendiz. Significativa em Rev.*, vol. 1, no. 2, pp. 43–63, 2011.
- [9] R. Vieytes, *Rut Vieytes.pdf*, 1st ed. Buenos Aires: Editorial de las Ciencias, 2004.
- [10] Hernandez, Fernández, and Baptista, *Metodología de la investigación*, vol. 53, no. 9. 2014.
- [11] R. R. Hake, “Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses,” *Am. J. Phys.*, vol. 66, no. 1, pp. 64–74, 1998, doi: 10.1119/1.18809.

Biografía. Autor 1: Elkin Alirio Llanos Valencia

Doctor en Ciencias de la Educación de la Universidad Rafael Bellosó Chacín Venezuela , Magister en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Licenciado en Matemáticas y física de la universidad de Antioquia; Docente en la Institución educativa rural San Juan del municipio de la unión Antioquia.



APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACIÓN CASO DE ESTUDIO: FÍSICA MECÁNICA¹

Research Based Learning study case: Mechanics

*Cárdenas Montoya, Paulo César², Jiménez García, Francy Nelly³,
Beleño Montagut, Ligia⁴, Mira Rada, Beatriz Eugenia⁵*

-
- 1 El presente trabajo se encuentra enmarcado dentro del proyecto: Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de Física Básica con código. La entidad financiadora es la Universidad Autónoma de Manizales.
 - 2 Universidad Autónoma de Manizales; código ORCID: 0000-0002-7546-5916. Contacto: pcardenasm@autonoma.edu.co
 - 3 Universidad Autónoma de Manizales.; código ORCID: 0000-0003-1546-8426. Contacto: francy@autonoma.edu.co
 - 4 Universidad Autónoma de Bucaramanga.; código ORCID: 0000-0002-6958-6367. Contacto: lbeleno@unab.edu.co
 - 5 Universidad Autónoma de Manizales; código ORCID: Contacto: beatriz.mirar@autonoma.edu.co

Resumen

El Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) es una metodología de enseñanza activa, en la cual los estudiantes desarrollan una versión a escala de un proceso de investigación formal. En el proceso, los estudiantes profundizan en varios de los conceptos relevantes del curso. De igual forma, los profesores diseñan actividades orientadoras que permiten a los estudiantes formular una pregunta de investigación, plantear objetivos y metodología para avanzar en el problema de investigación. Los avances del proceso de investigación se dan a conocer por medio de presentación de póster (etapa temprana del proceso), presentación oral y artículo corto final (etapa final del proceso). Con la intención de evaluar si la estrategia tiene algún efecto en el desempeño de los estudiantes después de ser implementada, se realizó un test conceptual de física mecánica, tanto al inicio como al final del curso, y se realizó el análisis estadístico correspondiente con los datos obtenidos. Aunque estadísticamente se puede concluir que hay una movilidad en el desempeño de los estudiantes al finalizar el curso, no se puede garantizar que se debe exclusivamente a la implementación de la estrategia.

Palabras clave

Aprendizaje Basado en Investigación, Aprendizaje Activo, Innovación en aula, Análisis estadístico, TIC en aula.

Abstract

Inquiry Based Learning (IBL) is an active teaching method in which students develop a junior version of a formal research. In the process, students learn about the different topics of the course. Additionally, teachers design guiding activities allowing students to formulate a research question. Research objectives and methodology are defined allowing students to proceed in the research problem. Progress of the research are presented by students in poster session in the early stages of the research (mid part semester), and by oral presentation and short article at the final stage (final part of the semester). To evaluate if the ABI strategy has an impact in the academic performance of the students after the implementation of the strategy, a conceptual test with topics in mechanics was applied at the beginning and at the end of the semester, with the data obtained a statistical analysis was made. Although statistically, it is possible to conclude that the performance of the students is better after the strategy implementation, there is no evidence that the performance showed by students corresponds directly to the effect of the strategy implementation.

Keywords

Research Based Learning, Active Learning, Classroom Innovation, Statistical Analysis, ICT in classroom

I. INTRODUCCIÓN

En general, se reconocen dos mediaciones en el aula de clase: aquella en la cual el estudiante tiene un rol pasivo y recibe información transmitida por el profesor; o la versión en la que el estudiante toma protagonismo y su rol es más activo. Se recomienda a las instituciones de enseñanza modernas favorecer intenciones didácticas del segundo tipo [1] por múltiples razones. Por ejemplo, se puede fomentar el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, pensamiento crítico, toma de decisiones basadas en evidencia, e innovación; además, fomenta el desarrollo de las inteligencias múltiples y aprendizaje para la vida.

Un ejemplo de este tipo de implementaciones en educación lo presenta el *MIT*¹ en sus cursos de Física Mecánica. Durante varios años el profesor Walter Lewin era el encargado de realizar las clases magistrales del curso, sin embargo, según datos del *MIT*, el porcentaje de estudiantes que se retiraba y reprobaba el curso era alto [2], es decir, realizar una muy buena clase no es garantía suficiente para que los estudiantes apropien los conceptos de física. A partir de esta situación, la misma institución decidió crear espacios de aprendizaje interactivo en los cuales los profesores presentan conceptos y los estudiantes con los profesores asistentes de los cursos, resuelven problemas en grupos y desarrollan experimentos en conjunto en el contexto del área [2]. Igualmente, instituciones como el Tecnológico de Monterrey fomentan este tipo de mediaciones en aula [3].

Una de las posibles estrategias que promueven el aprendizaje activo se conoce como Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que busca crear experiencias de aprendizaje más que transmitir contenidos [4], [5]. En síntesis, esta estrategia permite definir un proyecto cuya pregunta problema se origina de la observación del entorno, y para la cual se propone una posible solución [5]. Es posible orientar la implementación de esta estrategia desde una perspectiva de investigación, en este caso se habla de Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) [6].

¹ Instituto de Tecnología de Massachusetts por sus siglas en inglés.

Se puede considerar que el ABI es una versión a escala de un proceso de investigación [7]. Por tanto, el docente asume un rol de facilitador, preparando cuidadosamente las intervenciones, métodos, uso de TIC, entregables y evaluaciones; de forma que los estudiantes apropien los contenidos del curso mientras desarrollan los pasos relevantes de una investigación formal.

Desde la perspectiva del profesor, cambiar el rol a uno que sea de facilitador de experiencias de clase puede ser difícil; en general, los profesores son conscientes de que la carga de trabajo es mayor al aplicar la estrategia y se enfrentan a diversos interrogantes: ¿cómo hacerlo? ¿qué tipo de actividades desarrollar? ¿qué herramientas usar? Si no se tienen en cuenta estos aspectos, se puede perder el norte de lo que debe ser enseñando, los objetivos de aprendizaje pueden no ser claros y el acompañamiento al estudiante puede ser complicado. Se debe tener claridad que en este tipo de metodologías las formas de evaluar no son las usuales y, tal vez, resulten un poco más sofisticadas.

Este artículo presenta una implementación de ABI en Física I (Física Mecánica) con estudiantes de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Manizales, y algunos resultados preliminares que se obtuvieron de la experiencia. De igual forma, la descripción de la estrategia puede guiar a los docentes que quieran realizar este tipo de implementaciones en sus cursos.

II. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA

Existen diversas etapas para la implementación de la estrategia ABI tal y como lo sugieren en [4], [6], sin embargo, en una versión resumida y adaptada por los autores del presente documento, los momentos seguidos durante la implementación se describen en la figura 1, es claro que las diferentes etapas son secuenciales y se presentan con detalle a continuación.



Fig. 1 - Secuencia resumida de los pasos para implementar el ABI.

Momento 1. Descubrir el problema. La mediación del profesor debe permitir a los estudiantes descubrir un problema que sea relevante para su campo, y también que permita explorar algunas de las ideas centrales del curso. En la presente experiencia se realizaron actividades de ideación, formación de grupos según interés de investigación, formulación de pregunta problema, objetivos y metodología, y presentación de los avances por medio de *Google Docs*. Dado que el curso de Física mecánica se trata de una construcción conceptual alrededor de la idea de *movimiento*, la única condición para la propuesta de investigación es la inclusión del *movimiento* de un cuerpo o sistema formado por varios cuerpos.

Momento 2. Metodología y ejecución. A medida que el curso se desarrolla, los estudiantes adquieren herramientas que les permiten avanzar en la investigación y la ejecutan según la metodología y objetivos que propusieron en el primer paso. El seguimiento de estas actividades se realizó por medio de una sesión de póster, semanario de aprendizaje a través de *Google Docs*², autoevaluación del desempeño de los grupos por medio de rúbricas y evaluaciones individuales. Es relevante mencionar que en general, casi todos los grupos usan la herramienta *Tracker* [8], que es un software libre que permite realizar análisis de movimiento para avanzar en sus proyectos.

Momento 3. Concluir, Presentar, Evaluar. En general, los procesos de investigación implican realizar alguna medición y obtener conclusiones para contrastar con la pregunta inicial. Los estudiantes en esta etapa presentan los resultados de la experiencia, tanto de forma oral como escrita. Las presentaciones orales son evaluadas por un panel de profesores, diferente al profesor del curso. De igual forma, se invita a los estudiantes a que reflexionen acerca del estado del que partieron (la pregunta de investigación) y evalúen su avance.

En cuanto a las diferentes dinámicas de aula cabe mencionar las siguientes:

1. Actividades de Aprendizaje. A lo largo del curso los estudiantes realizan lecturas de *notas*³ de física y desarrollan las actividades de aprendizaje que se encuentran allí. El reporte lo hacen en el semanario de aprendizaje.

² Documento diligenciado en *Google Docs* en el cual los estudiantes reportan sus aprendizajes y avances del proyecto.

³ Las notas de física es un documento que se está escribiendo con la intención de que sea el libro guía del curso.

2. Los tres momentos de la estrategia tienen entregables. El resultado de la ideación y el planteamiento de los objetivos y metodología se presenta en el semanario de aprendizaje. El segundo momento corresponde a la presentación del póster al grupo, en el cual se presentan la pregunta problema, los objetivos, metodología y estado del proyecto. Finalmente, en el tercer momento se presentan los resultados tanto en forma oral como escrita.
3. A lo largo del curso, los estudiantes realizan talleres para resolver situaciones problema. En general, la idea es preparar las evaluaciones individuales.

III. METODOLOGÍA

Además de la implementación en aula, reportada en los numerales anteriores, el presente trabajo tiene una perspectiva de investigación como se describe a continuación.

El enfoque es cuantitativo, con un alcance descriptivo y un diseño pre-experimental. La estrategia se llevó a cabo con un grupo formado por 37 estudiantes del curso de Física I (Física Mecánica) de la Universidad Autónoma de Manizales durante el primer semestre de 2019. Reportes de casos de estudio y metodologías similares son conocidos en diferentes contextos [9].

Se aplicó un test de entrada - adaptado de un reporte anterior [10]- al inicio del semestre, con el propósito de conocer los conceptos previos que tenían los estudiantes en diferentes temas del área de mecánica y comparar con el test de salida después de implementar la intervención (al finalizar el semestre). En ambos casos se implementó el mismo test, el cual consta de 27 preguntas que cubren los contenidos principales del curso de mecánica, es decir: cinemática, dinámica, trabajo y energía, y rotación del cuerpo rígido. Las preguntas del test son de selección múltiple con única respuesta. El objetivo es comparar el desempeño de los estudiantes en ambas pruebas y determinar si existe o no un efecto después de la intervención en aula en relación a los puntajes obtenidos en ambos exámenes, lo que corresponde a la hipótesis de investigación.

Los resultados obtenidos de las pruebas se agruparon como entrada/salida. De cada pregunta se consideró el número de estudiantes que marcaron la respuesta correcta. Los análisis estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales, se presentan a continuación.

IV. RESULTADOS

El resumen de estadísticas descriptivas de los puntajes tanto a la entrada como a la salida se representa en el diagrama de cajas y bigotes en la figura 2.

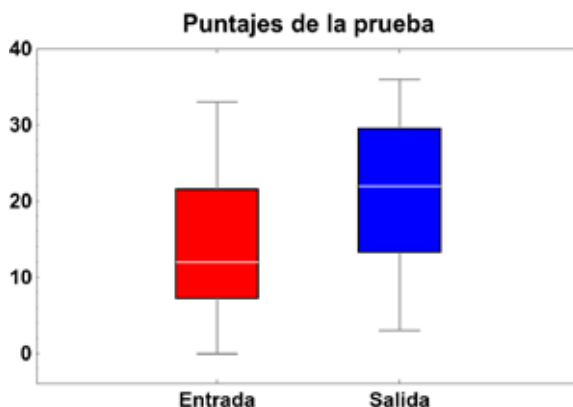


Fig. 2 Cuadro de caja y bigotes para las muestras de entrada (rojo)/salida (azul).

Se evidenció que en el test de entrada en promedio 14 de 38 estudiantes respondieron correctamente a las preguntas en el primer examen, esto equivale a 38% del grupo evaluado. En cuanto al test de salida se obtuvo que, en promedio, 54.9% (21 de 38) del grupo respondió correctamente a las preguntas del test. En ambos casos se presentaron preguntas en las cuales el número de respuestas correctas es mínimo; en el test de entrada tuvo 2 preguntas cuyo número de aciertos es cero, mientras que en el test de salida se observó un mínimo de respuestas correctas de 3 para una de las preguntas; sin embargo, se encontró que en el 75% de las preguntas del test el número mínimo de respuestas correctas obtenidas fue de aproximadamente 8 en la entrada y 14 en la salida.

Para realizar la comparación de los datos, se validó primero el supuesto de normalidad para las muestras mediante una prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk, que tiene como hipótesis nula que la distribución de los datos es normal con un α . El resultado para las muestras se resume en la Tabla I.

Tabla 1. Test *Shapiro Wilk* aplicado a las muestras.

	<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>
Valor <i>p</i>	0.2881	0.6556

Según el valor encontrado para cada muestra y al comparar con el nivel de significancia no se rechazó la hipótesis nula (H_0). Es decir, estadísticamente las distribuciones son normales.

Una vez validado el supuesto de normalidad, se realizó la comparación tomando los puntajes obtenidos en ambos test. Cada estudiante generó dos medidas, una para la entrada y otra para la salida, lo que constituye una población a la cual se le puede realizar un test de mediciones emparejadas. En particular, se eligió la prueba t dado que las muestras cumplían con el supuesto de normalidad [11].

La prueba t apareada aplicada es bilateral, la hipótesis nula sugirió que los puntajes obtenidos en ambos exámenes son iguales, lo que significa que no existe un efecto del entrenamiento sobre los puntajes obtenidos. Con se obtuvo el valor de: . Dado que , se rechazó la hipótesis nula, y por tanto, es posible afirmar que sí hay una diferencia estadísticamente significativa en los test al comparar la entrada con la salida.

Es de anotar que la implementación de la estrategia ha sido bien aceptada por parte de los estudiantes según reportaron en la autoevaluación del curso (no presentada en el actual documento); sin embargo, su mención es relevante para complementar lo alcanzado con la estrategia.

V. CONCLUSIONES

Estadísticamente se mostró que hay una movilización positiva en el desempeño de los estudiantes al comparar por medio del test de entrada/salida; sin embargo, el diseño del experimento no indicó si el efecto se debe a la implementación de ABI en aula o a otros factores como las clases magistrales o los talleres. En consecuencia, es necesario revisar el método de evaluación de la estrategia y planear un diseño de experimento más robusto (incluyendo un grupo control) que permita validar la implementación desde esta perspectiva.

Pese a lo anterior, este tipo de implementación apuntó al desarrollo de otras habilidades en los estudiantes que les serán útiles en sus futuras profesiones, y que en un aprendizaje pasivo difícilmente se logran. Por tanto, es deseable mejorar las actividades de la implementación, incluir actividades de ideación, innovación y lúdica, ser más preciso en los objetivos de cada intervención, y colaborar entre profesores, por ejemplo, en el diseño de estrategias de evaluación.

REFERENCIAS

- [1] MIT. Teaching+Learning Lab. Guidelines for Teaching. Active Learning, 2019. Obtenido de: <https://tll.mit.edu/guidelines/active-learning>
- [2] Action-Reaction. Reflections on the dynamics of teching, 2019. Obtenido de: <https://fnoschese.wordpress.com/2011/02/21/pt-pseudoteaching-mit-physics/>
- [3] Tecnológico de Monterrey. Técnicas Didácticas, 2014. Obtenido de: <http://sitios.itesm.mx/va/diie/tecnicasdidacticas/1.htm>
- [4] J. J. Vergara Ramírez, Aprendo por que quiero. El Aprendizaje Basado en Proyectos(ABP), paso a paso. España. Biblioteca Innovación Educativa, 2017.
- [5] Observatorio de Innovación Educativa. Reporte EduTrends. Tecnológico de Monterrey, Oct, 2015.
- [6] Tecnológico de Monterrey. Qué es aprendizaje basado en investigación, 2014. Obtenido de: http://sitios.itesm.mx/va/diie/tecnicasdidacticas/7_1.htm
- [7] S. Friesen and D. Scott, Inquiry Based Learning: A review of the Research Literature. Prepared for the Alberta Ministry of Education, 2013.
- [8] Tracker. Video Analysis and Modelling Tool. [Computer Software], 2019. Obtenido de: <https://blog.apastyle.org/apastyle/2015/01/how-to-cite-software-in-apa-style.html>
- [9] O. R. Valencia *et al.* La enseñanza de la estadística. Un caso de estudio en la facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Manizales, Revista Educación en Ingeniería, 2012, vol. 7, pp. 47-57.
- [10] F. N. Jiménez *et al.* Incidencia de la intervención didáctica en el aprendizaje de conceptos cinemáticos en estudiantes de ingeniería de la UAM analizada desde sus ideas previas. Revista Educación en Ingeniería, 2015, vol. 10, N°. 19, pp. 26-38.
- [11] J. L. Devoret, Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México D.F. Séptima Edición. Cengage Learnig, 2008.

Biografía. Autor 1: Paulo César Cárdenas Montoya

Posee doctorado en Física, otorgado por la Universidad Federal do ABC del estado de São Paulo; Magíster en Física, de la Universidad de Antioquia; Ingeniero Físico, de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales; Especialista en Vocación Docente, de la Universidad Haaga-Helia de Finlandia. Actualmente se desempeña como profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Manizales y lidera el semillero Pi_Lab del departamento de Física y Matemáticas de la misma universidad.

Áreas de investigación: Sistemas cuánticos abiertos, computación e información cuántica, enseñanza de la física, innovación en educación.

Biografía. Autor 2: Francy Nelly Jiménez García

Es Ingeniera Química, MSc. en Ciencias Física y Dra. en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales y Esp. en Computación para la Docencia de la Universidad Antonio Nariño. Actualmente es docente titular en dedicación de cátedra de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales y docente titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Manizales (UAM). Cuenta con 23 años de experiencia docente. Es actualmente coordinadora del Departamento de Física y Matemáticas y líder del grupo de investigación en física y matemática con énfasis en la formación de ingenieros de la UAM.

Áreas de investigación: Didáctica de la física y la matemática, crecimiento y caracterización de materiales de ingeniería, energía solar.

Biografía. Autor 3: Ligia Beleño Montagut

L. Beleño-Montagut, es Física, MSc en Física y MSc en Ingeniería Ambiental de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. Docente desde 1992 en la Universidad Autónoma de Bucaramanga en la línea de física en los cursos teóricos y de laboratorio correspondientes a mecánica, electromagnetismo y ondas y partículas. Profesora vinculada al grupo de investigación en ciencias aplicadas (GINCAP) de la UNAB, el cual lidera actualmente.

Áreas de investigación: óptica física, procesamiento de imágenes, enseñanza de la física, medio ambiente.

Biografía. Autor 4: Beatriz Eugenia Mira Rada

Es Estadista de la Universidad del Valle, estudiante de maestría en matemática aplicada en la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Docente tiempo completo en la Universidad Autónoma de Manizales,

Áreas de investigación: Modelamiento y Análisis Multivariado.



FÍSICA DIVERTIDA¹

Funny physics

Fino Puerto, Nelson Ricardo², Venegas, Andrés Arturo³

1 Este artículo es producto de la reflexión de los docentes participantes, en diversos escenarios académicos, con la participación de estudiantes de la Universidad Católica de Colombia y cuyo objetivo primordial es mejorar la práctica docente.

2 Universidad Católica de Colombia 2019- nrfino@ucatolica.edu.co

3 Universidad Católica de Colombia 2019- aavenegas@catolica.edu.co

Incluir el humor en la enseñanza de la ciencia en principio logra que la clase sea amena, pero también contribuye a llamar la atención, conciliar la cotidianidad con el lenguaje de la ciencia y contribuir a la construcción de competencias científicas. En el presente artículo se formalizan estrategias que han sido probadas en clases magistrales y que se han plasmado virtualmente en el curso de física divertida en la plataforma YouTube [1].

Palabras clave

Humor, cambio conceptual, enseñanza de la física.

The humor is a powerful tool to teaching science that not only makes that the class enjoyable, besides helps to improve attention, include everyday life in class with the language of science with the purpose to achieve conceptual change. This paper formalizes strategies that have been tested in class and that have been implemented in the course of physics divertida in YouTube [1].

Keywords

Humor, conceptual change, physics teaching.

I. INTRODUCCIÓN

Ante los retos que nos presenta la educación en la actualidad proponemos reivindicar el papel del humor en el aula de clase, ya que muchos de los profesores usan este de una manera intencionada, o muchas veces las situaciones graciosas invaden el aula sin querer. Hace unos años en plena clase de física de “instituto”, estos lugares donde se pretende preparar a los estudiantes para acceder a la educación superior y por lo tanto los cursos son intensivos y se hace énfasis en la práctica de ejercicios tipo prueba (selección múltiple), y en los cuales se puede dictar un curso de física completo en pocas horas, estaba diciendo algo obvio, (sencillamente en ese momento me parecía obvio, aunque no lo era tanto) y entonces recurrí a la pregunta ¿de qué color es el caballo blanco de Simón Bolívar? y para gracia de todos, Marcela desde la primera fila contesto: café. Ya se podrán imaginar las carcajadas de los compañeros, no de Marcela que seguía sin entender la pregunta (de suerte no cambio su actitud positiva y cuando entendió el asunto ya todos habíamos olvidado la pregunta obvia). Se puede afirmar que el humor aparte de bajar la ansiedad y el estrés contribuye a la ruptura cognitiva (Garner 2006) [2] en el sentido en que contribuye a asimilar mejor la información contribuyendo a la memorización. Por otro, lado Miller (1956) [3], la teoría

del procesamiento de la información resalta el poder de “llamar la atención” ya que, en palabras de él, la información se codifica y almacena en milisegundos en la memoria a corto plazo, antes de pasar a la memoria a largo plazo. En otras palabras, la medida del tiempo en el cual se logra llamar la atención esta mediada por la sorpresa, la cual en muchas ocasiones es calculada por la efectividad del proceso de comunicación (ahí es donde está el trasfondo cultural), en palabras de la física un instante de tiempo es necesario para generar sorpresa y una eternidad para el letargo.

II. EL PAPEL DEL HUMOR EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Se propone que el profesor de física y en general el de ciencias adopte el humor como una estrategia consciente para propiciar el cambio conceptual, procurando la desacomodación de los conceptos propios de los estudiantes para que el mismo note lo que implica las formas “incorrectas de pensar” o en otros términos no científicas y de esta forma acercarlo a la cultura de la ciencia desde su cultura misma, ya que al propiciarse una ruptura entre estas dos lo único que se está logrando es generar dos personalidades y lo que más se quiere es su satisfacción, una forma agradable de tomarse la ciencia y una visión integral de las situaciones y contextos. Esta nueva labor del ser docente se propone que sea sistemática y se cree un discurso que propicie estos diálogos y tal vez hasta una base de datos con notas graciosas y su intencionalidad, aunque siempre la improvisación en el aula manda ya que al encontrarse el profesor con diversas formas de pensar se podrá dar cuenta que la verdad, o la más aproximada a la ciencia puede ser la más aburrida, pero en el camino se puede disfrutar.

De tal forma que el papel del docente se ve minimizado si solo se dedica a ser un medio por el cual transita el conocimiento y como en el juego del teléfono roto se puede presentar inconvenientes de comunicación, ya puede que el mensaje se vea afectado por el mensajero o por no entrar en compatibilidad con el lenguaje del receptor. De esta forma se debe hacer interactuar la cultura cotidiana, esa que hace parte de las vivencias de todos los días, los lenguajes, los gestos con la Cultura científica la cual se asemeja a un iceberg de la cual solo está sobre la superficie una parte mínima que viene siendo la tecnología y en general las aplicaciones que hacemos de la ciencia sin mayor explicación (analogía de la cultura cotidiana y la Cultura artística según Weaver [4]).

Producciones masivas tocan elementos de la ciencia en sus guiones valiéndose por ejemplo de: el incumplimiento de las leyes de física para hacer reír (correccaminos, pantera rosa, super campeones y el mismo goku) en programas infantiles; los estereotipos de los que científicos que son usualmente denominarlos nerds (The big bang theory, volver al futuro) y contrastan todo con las personalidades “normales”; exageraciones de la ciencia en grandes producciones cinematográficas que dan la sensación al espectador de que es factible lo que se ve en la pantalla ya que se valen de asesores científicos para realizar sus guiones, y ponen a dudar y a comentar a más de un experto.

Estas producciones televisivas impactan un público con el que realmente no está al tanto la población en general y seguramente menos en Latinoamérica, por lo que aunque son un buen referente de como la ciencia está permeando la cultura cotidiana no tienen el impacto específico en nuestro entorno, de modo que al ser usadas en el escenario de una clase no son tan significativas y se puede llegar a afirmar que las series en nuestro país, no tienen la carga Cultural Científica, ni la intencionalidad de colocar al espectador en el plan de plantearse estilos de vida científicos, ni del entorno académico y menos de las preguntas que se hace la ciencia en la actualidad. Como profesores que hacemos parte también de la cotidianidad no necesariamente debemos estudiar nuestro entorno profundamente y más deberíamos echarnos un chapuzón de cotidianidad ya que con esto sería suficiente para provocar usos “malintencionados” en el aula, es decir, para hacer cambiar formas de pensar.

Para Fernandez-Conde [5], la cultura “es una convención, resultado de la suma de otras convenciones (lingüísticas, rituales, simbólicas, de comportamiento) y cada hecho cultural es, por tanto, convencional y arbitrario, es un signo que pertenece al conjunto del sistema cultural, que tiene significado y una función que le son propios. Esta *cultura* con minúsculas es distinta de la Cultura, y tal vez más aun de la Cultura Científica de modo que en aras de conciliar la cotidianidad deberíamos valernos de sus convenciones lingüísticas, rituales y simbologías para acercarlas a las propias convenciones de la ciencia empezando por el método científico, pasando por el poder de la interpretación y culminando en las leyes que nos permiten comprender la naturaleza. Por su parte Kramsch [6] afirma: *La cultura puede ser definida como una membresía en una comunidad discursiva que comparte un espacio social común, una historia e imaginarios comunes. Incluso luego de dejar esta comunidad, sus miembros pueden retener, un sistema común de estándares para percibir, crear, evaluar y actuar. Estos estándares*

son lo que frecuentemente se llaman su cultura. De esta forma para un profesor que se dedica solamente a dar una seria de información etiquetada, clasificada, sistematizada, ordenada y que está claramente inmerso en la membresía de la formalidad, ha de ser más fácil cambiar de contexto, ya que al no usar elementos de la cultura del que aprende simplemente realiza una labor de comunicador que no necesariamente este “mal hecha” ya que el aprendizaje formal de la ciencia es más un acto individual de ganarse la membresía y en esa medida esta mediado por los esfuerzos del estudiante más que por la puesta en escena del profesor. Pero para el docente que hace uso de los hechos culturales cotidianos el traslado de su escenario, el cambio de su auditorio es complicado y necesita un tiempo de adaptación y conocimiento de la cultura misma que puede ser salvaguardado simplemente dictando clase, o recurriendo a los referentes más generales y los hechos televisivos de impacto mundial (como carajos volaban los dragones de game of thones).

¿Qué es el humor? Para Attardo [7] el mecanismo se resume en: la incongruencia, la hostilidad y el alivio. Desde este punto de vista, el papel del Profesor que hace uso del humo es buscar situaciones incongruentes (insistir mediante la exageración), que generen en el estudiante un cierto desacomodo (hostilidad) una incomodidad en lo que vienen pensando, en las teorías que han hecho para explicar su entorno y de esta forma propiciar carcajadas que son, el resultado de la tensión del momento, es decir un desahogo. Dentro de las estrategias que pueden ser usadas en la puesta en escena de una clase se pueden encontrar:

Epistemología de la ciencia

La historia de la ciencia es una de las fuentes de situaciones graciosas más prolíficas y basta ver como Galileo se burlaba de Aristóteles mediante sus personajes, recurriendo al cambio conceptual, trabajando con los propios argumentos del contrario. *El principio de inercia tiene que ver con toda la sabiduría de Aristóteles, todo cuerpo que esta quieto debe seguir quieto, lo que esta quieto se deja quieto, esta mañana al levantarse si notaron que todo cuerpo tiende a esta en su estado de reposo.* Las personalidades de los grandes científicos también pueden ser usadas en una clase por ejemplo habría que referirse a Newton como el *duro* de la física, el que formalizo la forma de pensar de los físicos de su tiempo y por tanto fundo la física clásica y sin embargo no quiso compartir la demostración de la gravitación universal con su archi enemigo Hooke. Esta historia de la ciencia cobra un nuevo

significado cuando se contextualiza en actualidad y más que esto en el lenguaje de la actualidad, y más específico aún en los códigos usados por los espectadores.

Mundos posibles

Los mundos posibles son esos escenarios donde las leyes físicas no se cumplen y están precedidos por una frase tipo ¿Qué pasaría si? Al pronunciarse esta frase el estudiante adopta la posición de proponer consecuencias factibles a lo que sigue después del sí: ¿Qué pasaría si la gravedad de la tierra fuera como la de Júpiter? En medio de la discusión y como conclusión el Profesor podría murmurar -acaso caminaríamos con el culo pegado al piso-. ¿Qué pasaría si la velocidad del sonido fuese mayor a la de la luz? -Acaso podría ver el retraso que tengo-. Estas respuestas deben animar a los estudiantes a proponer sus propias consecuencias logrando en ocasiones que ellos recreen escenarios complejos que configurarían una realidad diferente.

Chistes Científicos

Nada más desconcertante que no reírse de un buen chiste, por no conocer el contexto o por sencillamente trabajar a una velocidad diferente de procesamiento. Para entender el típico chiste los espectadores no solo deben estar atentos sino además entender el lenguaje y en esa medida contar chistes científicos puede ser realmente frustrante. *Imaginen muchachos que alguna vez había una fiesta de funciones si señores, se encontraban en pleno perreo las funciones (esto causa carcajada en el auditorio cada uno se las imaginara en su estilo de baile). De pronto el anfitrión, la función constante le da por preguntar a la función exponencial porque no se integraba a lo cual ella contesta, me da igual.* Este último comentario puede decirse que es más del dominio de la matemática que de la ciencia de modo que requiere una socialización mayor por parte del estudiante. *Un neutrón llega a un bar a tomar cerveza y al momento de irse le pregunta al cantinero, cuanto es el cargo para mí a lo cual responde: para usted nada.* Y al final decir el que lo entendió lo entendió, el desconcierto puede hacer que el estudiante quede con la inquietud.

La física de los superhéroes

En el libro *La física de los superhéroes*, James Kakalios pretende mostrar como en muchas ocasiones los superhéroes cumplen más de lo pensado las leyes de la física. En lo personal no estoy de acuerdo con esta tesis, pero cuando se

hacen preguntas sobre cómo debería ser la naturaleza para que un personaje superdotado pueda ejecutar sus superpoderes el estudiante está en capacidad de tomar como referente lo que sucede realmente, independiente de la ley física y puede llegar a conclusiones sobre la incoherencia de la situación. ¿Dónde tiene Superman el propulsor que logra que vuele y no sea afectado por la gravedad? ¿Cómo se comporta el teorema de conservación de la energía cuando Goku lleva a cabo la henki Dama (si se escribe así)? ¿Cuál es el índice de refracción del hombre invisible? ¿De qué tamaño es la cancha en super campeones? Muchas de estas preguntas pueden, sin duda, ser apoyadas por cálculos con los cuales se debería estimar el tamaño de las fuerzas, los campos que actúan y demás para dar significado a los números en los juicios de valor.

Ciertas licencias de actuación

Pensar en una clase como una puesta en escena implica que el profesor maneja un guion y aunque no lo tenga escrito y lo siga al pie de la letra, debería estar en capacidad de improvisar de acuerdo con el auditorio. De esta misma forma las capacidades histriónicas del docente son fundamentales ya que desde pequeños nos quitamos la pena apoyados por el conocimiento y la ignorancia de los estudiantes, pero con el tiempo se pude ir improvisando al usar herramientas más contundentes que las ideas perfectas que ponemos en el tablero. De esta forma puede uno afirmar que si no hubiera fuerza de fricción entre el piso y los zapatos mejor uno se quedaría super quieto, de otra forma se podría ir de *culo* de solo pensarlo. Siguiendo con la misma fricción podríamos decir que si no fuera por la fricción no podríamos caminar o no lo haríamos de la forma que lo hacemos, esto debería estar precedido de una pregunta ¿es la fricción la fuerza que se opone al movimiento de los cuerpos? Desafortunadamente la mayoría de los estudiantes diría que sí, ante lo cual el profesor puede empezar al caminar hacia atrás haciendo el famoso paso, *moonwalk*, mientras pregunta ¿acaso es que así caminamos? La fuerza de fricción da para muchas cosas de modo que se pude llegar a afirmar que las superficies sin fricción realmente son superficies aburridas.

III. CONCLUSIONES

Difícilmente se logrará romper la brecha de la cultura propia del contexto en que creció la población que ahora son nuestros estudiantes y la Cultura Científica si la clase es una exposición de saberes lineales, y que colocamos de manera impecable en el tablero, de logros del ser humano que no están contextualizados

por el momento de la historia en el cual se desarrollaron ni vueltos a relatar con los lenguajes del momento histórico en el cual vivimos y por lo tanto el impacto seguramente será mínimo o tal vez continuemos formando generaciones que no le encontraron gracia a la ciencia, y en ellos esta ruptura esta manifestada en frustración y el admitir que nunca pudieron con la ella.

REFERENCIAS

- [1] N.R. Fino, M.G. Ramírez, Curso de Física Divertida disponible en YouTube <https://www.youtube.com/channel/UCwJLHupwkI7Y5KJR1LvGRwg>
- [2] R.L Garner, Humor in pedagogy: how ha-ha can lead to aha!. *College Teaching*. Vol. 54(1), 177-180. (2006).
- [3] G.A. Miller, "The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity to processing information," in *Psychological Review*, 63, 81-97, (1956).
- [4] Weaver's Iceberg Analogy of Culture. Disponible en: <http://home.snu.edu/~HCULBERT/iceberg.htm>
- [5] M.B. Fernández-Conde, (2010). The place of humour in learning and teaching second languages. *REDELE*
- [6] C. Kramsch, (1993). *Context and Culture in Language Teaching*, Oxford: Oxford University Press. - (1998). *Language and culture*, Oxford: Oxford University Press.
- [7] S. Attardo, (1994). *Linguistics theories of humor*, Berlin & New York: Moulon de Gruyler.

Nelson Ricardo Fino Puerto

Magister de la Universidad de los Andes, licenciado en física de la Universidad distrital e ingeniero de sistemas de la Universidad Nacional de Colombia. Profesor Universitario desde el 2005 que en la actualidad se desempeña como profesor en la Universidad Católica de Colombia.

Áreas de investigación: Física de la materia condensada y enseñanza de la física.

Andrés Arturo Venegas

Doctor en Educación. Formación de Maestría en Docencia. Especialista en Bioingeniería. Licenciado en Física. Docente Universidad Católica de Colombia



y Universidad Distrital. Coordinador Tutorías Virtuales departamento de Ciencias Universidad Católica de Colombia.

Áreas de investigación: Enseñanza de las ciencias y las matemáticas, Biofísica, Infancia e Inclusión.



CONTEXTOS DISCURSIVOS EN EL AULA DE FÍSICA Y MEDIACIÓN DIDÁCTICA: LEYES DE NEWTON Y LA COTIDIANIDAD¹

Discursive Contexts in the Physical
Classroom and Didactic Mediation:
Newton's Laws and Cotidianity

Venegas Segura, Andrés Arturo², Fino Puerto, Nelson Ricardo³

1 Producto derivado del trabajo de reflexión en el aula en el reconocimiento de las ideas, discursos y contextos de los estudiantes para mejorar las prácticas educativas que se suscitan en la Educación Universitaria al interior del Departamento de Ciencias de la Universidad Católica de Colombia, la Coordinación de Física y de Tutorías Virtuales.

2 Universidad Católica de Colombia. aavenegas@ucatolica.edu.co.

3 Universidad Católica de Colombia. nrfino@ucatolica.edu.co.

Resumen:

La comunicación presenta la importancia de tener presentes los contextos discursivos de los estudiantes universitarios cuando se asumen mediaciones didácticas, cabe resaltar que los discursos sobre la temática de las leyes de Newton son un reflejo de la cotidianidad, y sus experiencias en la cultura se configuran como fundamentales en el desarrollo del pensamiento científico y en las acciones didácticas propuestas. La investigación se realizó con la participación de los estudiantes de ingeniería en la asignatura de Física Mecánica de la Universidad Católica en la ciudad de Bogotá, Colombia, teniendo como referencia las leyes de Newton.

En primer término para el análisis del discurso metodológicamente se asume el *concepto de valor* de Ricoeur (2006), de modo que el lenguaje expresa el significado y permite la interpretación en la cultura. Este proceso permite localizar sus contextos discursivos, sus motivaciones e intereses, con los cuales se propone, diseña e implementa una mediación didáctica para el aprendizaje de las Leyes de Newton.

Cabe anotar que la preocupación de las acciones didácticas está en la comprensión de la temática, la ampliación de su universo discursivo, la de no violentar de sus formas de pensar, con esta postura y el proceso metodológico expuesto se potencializa el proceso de enseñanza-aprendizaje y se valoran los contextos epistémicos presentes en la clase de ciencias, lo cual es la conclusión de la comunicación. De manera que los conflictos dados en el desarrollo de la clase se revaloran en torno a la coherencia, el proceso de autoevaluación, el trabajo autónomo y colaborativo, la relación entre pares, elementos que se ratifica en una postura más acorde con la realidad de los estudiantes.

Palabras clave

Mediación Didáctica, Análisis del discurso, Leyes de Newton, Enseñanza Universitaria

Abstract

The communication presents the importance of keeping in mind the discursive contexts of university students when didactic mediations are assumed, it should be noted that the discourses on the subject of Newton's laws are a reflection of everyday life, and their students in culture are configured as Fundamentals in the development of scientific thinking and in the didactic actions proposed. The

research was conducted with the participation of engineering students in the subject of Mechanical Physics of the Catholic University in the city of Bogotá, Colombia, based on Newton's laws.

In the first place, for the analysis of discourse methodologically, the concept of value of Ricoeur (2006) is assumed, so that language expresses meaning and allows interpretation in culture. This process allows locating their discursive contexts, their motivations and interests, with which it is proposed, design and implement a didactic medication for learning Newton's Laws.

It should be noted that the concern of didactic actions is in the understanding of the subject, the expansion of its discursive universe, the non-violent way of thinking, this position and the methodological process exposed, the teaching-learning process is enhanced and they value the epistemic contexts present in the science class, which is the conclusion of the communication. So that the conflicts given in the development of the class are revalued around coherence, the process of self-evaluation, autonomous and collaborative work, the relationship between peers, elements that are ratified in a position more in line with the reality of the students.

Keywords.

Didactic Mediation, Discourse Analysis, Newton's Laws, University Teaching

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad diversos trabajos a nivel mundial, se piensan una enseñanza más acorde a los contextos de los estudiantes, lo anterior permite que las medicaciones didácticas que realice el docente sean adecuadas. En este sentido, los discursos de los estudiantes, sus experiencias, sus motivaciones, sus anhelos, facilitan las propuestas de aula y el proceso de aprendizaje.

De modo, que la enseñanza de la física con una perspectiva centrada en los contextos culturales y discursivos de los estudiantes posibilitan de una mejor manera el desarrollo del pensamiento científico, crítico, el razonamiento cuantitativo y cualitativo, el mejoramiento de las competencias argumentativas y discursivas en el aula de ciencias. Esta postura requiere un trabajo fundamentado, constante, pensado desde el docente para los diversos actores del escenario escolar. [1], [2], [3], [4], [5].

De manera que se contribuye al diálogo de saberes y la importancia del desarrollo del pensamiento científico a nivel universitario, de modo que el trabajo presentado se define en este campo de pensamiento, el cual toma como eje de trabajo la asignatura de mecánica en la Universidad Católica, en especial la temática de las leyes de Newton que son centrales en el aprendizaje de la misma.

II. METODOLOGÍA Y ELEMENTOS DIDÁCTICOS

Con referencia al desarrollo del trabajo, es importante tener en cuenta las ideas, los conceptos científicos, y diversos elementos dialógicos que presentan los estudiantes de ingeniería con la ciencia, la cotidianidad, entre otros. En términos de Ruiz, Tamayo, Márquez [3, p. 32], se requiere “promover ambientes de aprendizaje pertinentes para el desarrollo de la argumentación en ciencias, exige (...), al menos, tres aspectos: el epistemológico, el didáctico y el conceptual”.

Metodológicamente la existencia de procesos de selección acerca de los corpus de conocimientos que utilizan las personas sobre su mundo y las decisiones que toman sobre ellos se hacen presentes en las expresiones utilizadas, que implican también procesos de significación [6] [7] [8].

Así en el lenguaje se expresa el significado, las explicaciones y afirmaciones sobre una temática particular están determinadas de manera directa por la

cultura [6]. En este escenario, para realizar una mediación didáctica se realiza el reconocimiento de sus ideas, con ello se propone una actividad de clase que potencialice sus universos discursivos.

III. RESULTADOS Y ELEMENTOS DIDÁCTICOS PROPUESTOS EN EL AULA

La secuencia que se llevó a cabo cumplió con los siguientes criterios y parámetros, que permite proponer una mediación didáctica:

En un primer momento se propone la siguiente tarea, escribir un cuento o un ensayo que involucre las leyes de Newton. En este sentido, se busca que el estudiante genere relaciones entre la teoría de las ciencias naturales y sus prácticas cotidianas vinculación teoría-práctica, encuentre un punto nicho para sus argumentos y encuentre en la diversidad epistémica un punto de encuentro para desarrollar el trabajo en clase.

En los escritos de los estudiantes se encuentra como la argumentación está marcada por situaciones sociales, deportistas de alto reconocimiento, imaginarias referidas a los comics y superheroes, afirmaciones sin un sujeto particular, datos de orden teóricos y numéricos, entre otras.

Se resaltan las siguientes situaciones un niño en una bicicleta, Juan montando patineta, Tiger Woods en un juego de golf, Radamel Falcao Garcia en un partido de fútbol, una roca en un árbol, el salto de una rana, una persona de viaje de Bogotá hasta el municipio de Melgar, estas situaciones son experiencias del contexto cultural de los estudiantes y son fuentes de conocimientos culturales que deben ser valoradas para el desarrollo de la clase. Revisemos algunas:

El siguiente fragmento es importante ya que adquiere relevancia el personaje, un niño que realiza una acción típica de esta edad como montar bicicleta, el escenario es muy interesante ya que describe la situación que vive el mismo, y se acerca de una manera interesante a la primera ley de Newton:

“ya el niño ha adquirido una alta velocidad porque va por una pendiente, al momento de ver un hueco en la carretera se asusta y frena, este frenon estrepitoso ocasiona que la bicicleta se detenga y el niño siga conservando su velocidad antes de que frenara su bicicleta a esto se le determina como inercia” (A, 2018)

Esta explicación presenta además emociones como se “asusta” en el cual el estudiante se posiciona en el lugar de la persona, argumenta no solo desde la situación física sino desde el contexto de su protagonista y del escenario creado, el cual, es una recreación de sus contextos culturales.

Siguiendo el curso de la argumentación con referencia a las leyes de Newton se hace presente el equilibrio estático:

“Radamel Falcao García esta sentado en el banco de suplentes de un partido de futbol, donde juega el Monaco y el PSG, el se encentra en un estado de reposo o inercia” (B, 2018).

Además se resalta esta condición con el uso la palabra “compensación”, que en si implica una acción previa y la búsqueda de un equilibrio:

“La rana se mantendrá en reposo mientras no actúe fuerza sobre ella una fuerza no compensada” (C, 2018),

De manera que, la noción de fuerza se hace presente como fundamental y como elemento central del movimiento, así, con la segunda ley de Newton es importante mencionar que se hace presente la generación del movimiento:

“podemos decir que cuando el niño se sube a su bicicleta está en estado de reposos, pero cuando quiere iniciar su recorrido debe ejercer una fuerza en los pedales para que de esta manera se pueda poner en movimiento” (D, 2018).

Se explicita la importancia de las interacciones, que facultad algunas propiedades de la cinemática como el cambio de posición y velocidad, que permite hablar de la aceleración, cabe anotar que en este punto se hace importante sus explicaciones en la anatomía de ciertos seres vivos: *“los musculos ejercen una fuerza que impulsa a la rana hacia arriba”* (B, 2018).

Con referencia a la tercera ley de Newton se hace presente en la acción la interacción entre dos cuerpos y el lugar donde está se da, de manera que se encuentra el pedaleo de un niño sobre una bicicleta y la reacción en el momento del movimiento,

“Un niño desea montar bicicleta, cuando se sube sobre ella a ella inicia su recorrido. Para explicar la ley de acción y reacción en este sentido tenderemos en cuenta o que ocurre en las llantas de la bicicleta, al iniciar el movimiento acelerado las llantas generan una reacción en sentido del movimiento, (...)” (D, 2018).

En este orden de ideas, en la descripción de la Tercera ley de Newton, esta se asocia con la intervención de dos elementos, personas, animales, y/o entre ellos, este es caso del discurso de un estudiante sobre un partido de golf de Tiger Woods en donde por medio de la intervención de un ave este pierde el partido de la final, “... cuando aparece de la nada un pequeño pajarito en cual llevaba la misma velocidad que la pelota, y genero una colisión que se desplazo la pelota hacia un lado y el Ave hacia el otro expresando perfectamente la 3ra ley. Y así perdiendo Tiger Woods su final de la London Champions Golf” (E, 2018).

Ahora bien, después de generar estos procesos de descripción inicial y análisis del discurso y observar la riqueza de las explicaciones dadas en sus escritos, que fue apoyado por horas de trabajo independiente y en tutorías de orden virtual y presencial, la siguiente fase del trabajo a seguir fue la lectura del escrito en el grupo.

La lectura de la propuesta del escrito en el grupo, en este sentido el estudiante ante el grupo lee su escrito y además de ello algunos empiezan a integrar en sus discursos la fundamentación del pensamiento matemático para su situación, con lo anterior se amplía su universo discursivo con los conceptos que les proporciona la ciencia y la enseñanza de la misma. La cual se observa en la Figura (1),

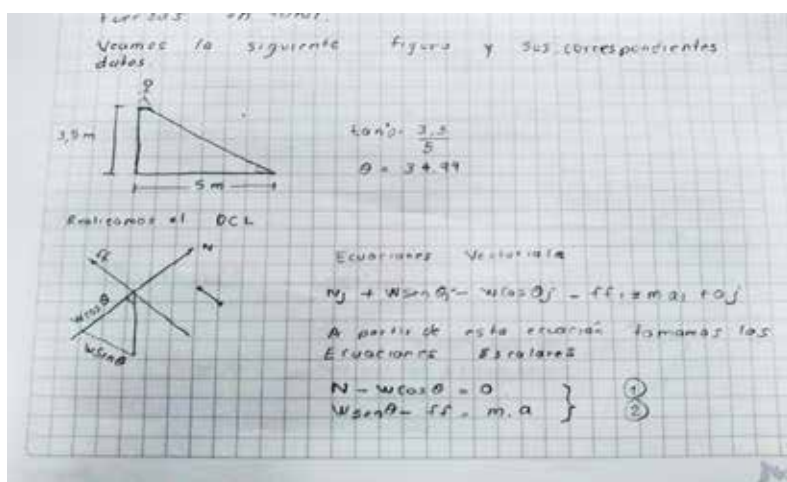


Fig. 1. Representación Gráfica y esquema de solución (G, 2018).

En este punto se asume una didáctica que reconoce la voz del otro, basado en el dialogo, en el reconocimiento del pensamiento del otro, y en la valoración de su trabajo. Además se visualiza el trabajo en equipo y como motor de construcción de estudiante, sus pares y su docente.

Como se observa este proceso es un proceso de interlocución con el docente y sus compañeros quienes aportan desde sus posiciones y así se desarrolla el trabajo en equipo. De esta manera el estudiante pone en marcha sus ideas, permite una apropiación, y la asimilación de una serie de conocimientos más amplios a los trabajados en clase [9] [10].

En este punto se genera una reflexión sobre el escrito, su estructura y las leyes de Newton. Este punto es central ya que en dialogo permanente sobre el trabajo dado se desarrollan elementos que potencializan el *aprender*, en un sentido amplio, a conocer, a hacer, a convivir, entre otros.

Luego de este aspecto se genera una reformulación y ampliación del escrito por parte de los estudiantes. En este orden de ideas se ha dado un proceso que vincula de manera fuerte la relación profesor-estudiante, en el cual, se permite visualizar como el proceso de aprendizaje es permanente, en el cual los diferentes actores escolares adquieren un papel predominante.

Paso siguiente en la mediación se retoma los aspectos reflexivos en un contexto colectivo. Donde se permite reafirmar los puntos anteriores y generar un proceso educativo más incluyente.

IV. A MODO DE CONCLUSIÓN

A manera de conclusión se realiza una reflexión sobre el trabajo realizado, donde se destaca que se deben realizar cambio en la enseñanza de las ciencias para realizar un proceso: más cercano al estudiante, que valore la diversidad epistémica y cultural del estudiantado; se pase de un método más expositivo a uno basado en la construcción conjunta que se encuentra mediado por la indagación, construcción, interpretación y reflexión permanente; Se atienda a la formación de un pensamiento científico y critico basado en la realidad de cada persona y sus experiencias de vida; el quehacer del maestro se encuentre en función de su papel social, como mediador; los ambientes de enseñanza diseñados por el docente se

acercan más a la diversidad de realidades de aprendizaje de los estudiantes, donde se reconoce al *otro* en su diversidad.

Asimismo se encuentra que las interpretaciones realizadas están mediadas por sus fuentes de conocimiento [6], y su visión de mundo [7]. De manera que las fuentes de conocimientos permiten proponer los elementos que median los aspectos didácticos para la comprensión de los conceptos científicos [1] [2], donde se busca ampliar sus universos discursivos y argumentativos.

REFERENCIAS

- [1] A Molina, N Melo, “*Orientaciones Para La Enseñanza De Las Ciencias Desde La Diversidad Cultural: Aspectos Relevantes De Investigación En Comunidades Culturalmente Diferenciadas*”. Tecne Episteme y Didaxis. Ed: Universidad Pedagógica Nacional. pp.242 – 249. 2014.
- [2] L Rodríguez, A Molina. “*Formación Inicial De Profesores, Relaciones Preliminares Con Sus Territorios Epistémicos*”. En: Colombia Tecne Episteme Y Didaxis. Ed: Universidad Pedagógica Nacional. pp.961 – 968. 2014.
- [3] Ruiz F., Tamayo O., Márquez C. *La Enseñanza De La Argumentación En Ciencias: Un Proceso Que Requiere Cambios En Las Concepciones Epistemológicas, Conceptuales, Didácticas Y En La Estructura Argumentativa De Los Docentes*. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), vol. 9, núm. 1, enero-junio, 2013, pp. 29-52. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- [4] B Tébar. “*El profesor mediador del aprendizaje*”. Ed. Cooperativa Editorial Magisterio. 2009.
- [5] E Mallmann. “*Cartografia da mediação pedagógica em educação a distância: a performance de professores e designers instrucionais no processo de elaboração de materiais didáticos*”. Qualificação de Doutorado, PPGE/CED/UFSC. Outubro de 2006..
- [6] J. Elkana. “*La ciencia como sistema cultural: Una visión antropológica*”. En: Boletín de la Sociedad Colombiana de Epistemología, III, 10-11. 1983.
- [7] W Cobern. “World View, theory and conceptual change in science education”. In: Science Education International, 80, (5), 579-610. 1996
- [8] P Ricoeur. “*Teoría de la interpretación. Discurso y excedente de sentido*”. Mexico: Siglo XXI. 2006.

- [9] J. Espinosa. “*La reflexión y la mediación didáctica como parte fundamental en la enseñanza de las ciencias: un caso particular en los procesos de la formación docente*”. TED. No 40. pp. 107–128. Segundo semestre de 2016.
- [10] S Erduran, A Jimenez. “*Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*”. In: Dordrecht: Springer. 2008.. S Erduran,


Biografía. Autor 1: Andrés Arturo Venegas Segura

Doctor en Educación. Formación de Maestría en Docencia. Especialista en Bioingeniería. Licenciado en Física. Docente Universidad Católica de Colombia y Universidad Distrital. Coordinador Tutorías Virtuales Departamento de Ciencias Universidad Católica de Colombia.

Áreas de investigación: Enseñanza de las ciencias y las matemáticas, Biofísica, Infancia e Inclusión.

Biografía. Autor 2: Nelson Ricardo Fino Puerto

Magister en Física Universidad de los Andes. Licenciado en Física. Ingeniero de Sistemas. Docente Universidad Católica de Colombia y Universidad de la Salle. Áreas de investigación: Enseñanza de las ciencias y las matemáticas.



EXPERIENCIAS SIGNIFICATIVAS
EN LA CLASE DE FÍSICA:
UNA PROPUESTA DE LOS
ESTUDIANTES DE GRADO ONCE
DEL GIMNASIO WILLIAM
MACKINLEY A PROPÓSITO DE
LOS FENÓMENOS MAGNÉTICOS Y
ELECTROMAGNÉTICOS

Significant experiences in physics class: a proposal from eleventh grade students of the Gimnasio William Mackinley regarding magnetic and electromagnetic phenomena

Vargas – Rojas, Néstor

Resumen

El presente trabajo hace parte de la investigación desarrollada en estudios de “Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales” titulada “El espacio como elemento estructurador de fenómenos físicos” que se llevada a cabo por el “grupo de Investigación de Estudios Histórico Críticos y Enseñanza de las Ciencias” de la Universidad Pedagógica Nacional y tiene como finalidad permitir a estudiantes de grado once de la institución educativa Gimnasio William Mackinley de la ciudad de Bogotá, socializar sus experiencias en la clase de física y dar cuenta de lo significativas que resultan para la comprensión de conceptos nuevos, pero sobre todo para la construcción de argumentos y explicaciones que conllevan a la formalización de fenómenos físicos asociados a dichas experiencias. En el desarrollo se da evidencia de cuatro momentos particulares como lo son el proceso de clasificación de materiales en función de sus propiedades magnéticas, la construcción de la noción de lo magnético y lo ferromagnético, un acercamiento a la noción de campo magnético y finalmente la estructuración de las nociones de campo electro magnético con base en la construcción de artefactos mecánicos y eléctricos como lo son el levitrón, el motor eléctrico y el generador eléctrico; los anteriores son base fundamental en la elaboración de argumentos y explicaciones por parte de los estudiantes en la clase de física.

Palabras claves

Campo magnéticas, corriente e inducción.

Abstract

The present work is part of the research developed in studies of “Master in Teaching of Natural Sciences” entitled “Space as a structuring element of physical phenomena” that is carried out by the “Research Group of Critical Historical Studies and Teaching of the Sciences ”of the National Pedagogical University and aims to allow eleventh grade students of the William Mackinley Gymnasium educational institution in the city of Bogotá, socialize their experiences in physics class and realize how significant they are for understanding of new concepts, but above all for the construction of arguments and explanations that lead to the formalization of physical phenomena associated with these experiences. In the development there is evidence of four particular moments such as the process of classification of materials according to their magnetic properties, the construction of the notion of the magnetic and the ferromagnetic, an approach to the notion of the magnetic field and finally the structuring of the notions of electro magnetic field based on the construction of mechanical and electrical



devices such as the levitron, the electric motor and the electric generator; The above are fundamental basis in the elaboration of arguments and explanations by students in the physics class.

Keywords: Magnetic field, current and induction.

I. INTRODUCCIÓN

En el transcurso de estas dinámicas ha sido posible organizar la fenomenología¹ de lo magnético con base en la construcción y explicación de montajes y de artefactos didácticos, que de forma intencionada enriquecen la experiencia de los estudiantes, permitiendo construcciones como la noción de campo magnético, líneas de fuerza magnética, corriente eléctrica e inducción electromagnética y cobrando un significado particular para cada miembro del grupo en relación a su entorno inmediato.

Es de resaltar que en esta experiencia nueva (metodológicamente hablando), cobra otro sentido la consulta y la exposición de argumentos; además el debate y la opinión resultan ser un indicador de la forma en que los estudiantes van complejizando sus niveles de comprensión en torno a los fenómenos magnéticos y electromagnéticos [2]

Desarrollo de una propuesta para la comprensión de fenómenos magnéticos y electromagnéticos.

Para la realización de las actividades se proponen cuatro grupos de trabajo. El primer grupo de trabajo tiene la tarea de plantear experiencias que den cuenta de la tridimensionalidad del campo magnético; el segundo grupo debe construir y dar cuenta del funcionamiento de un levitrón, el tercero grupo debe construir y dar cuenta del funcionamiento de un motor solenoide (Motor de inducción), finalmente el grupo cuatro debe organizar y además dar cuenta del funcionamiento de un generador eléctrico.

A continuación se presenta una breve construcción escrita realizada por cada grupo de trabajo, en la cual se quiere dejar la claridad sobre tres aspectos importantes; el primero es dar cuenta de los cambios percibidos en cada uno de los montajes, el segundo es dar cuenta de los conceptos asociados a las explicaciones que se proponen para dar cuenta de la experiencia; en el tercero se reconoce cada propuesta como un sistema organizado y es necesario dar cuenta de dicha organización como garante de la experiencia.

1 Las descripciones e interpretaciones que demanda la comprensión de una fenomenología exigen la organización de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, esto es una descripción detallada del fenómeno, la cual está imbricada en la actividad experimental que exige una comprensión conceptual que acompañe a la intervención y disposición experimental. [1]

Cabe aclarar que los dispositivos y montajes que se presentan a continuación son elaboraciones funcionales realizadas por los estudiantes

Grupo 1: Tridimensionalidad del campo magnético

En la experiencia se reconoce que los imanes (cuerpos magnéticos) pueden cambiar el estado de movimiento de otros cuerpos que se denominan ferromagnéticos, sin embargo esto no parece tener alguna causa aparente ya que no es posible percibir de forma visual aquello que genera dichos cambios de movimiento (atracción o repulsión). A partir de las experiencias que se proponen a continuación es posible mostrar de forma progresiva que el campo magnético aunque no es visible se puede percibir al afectar otros cuerpos, además que estas afecciones se pueden dar en todas las direcciones del espacio de forma ordenada de acuerdo a lo que se conoce como líneas de campo. [3]

Experiencia 1: Propiedades magnéticas



Fig. 1. Actividad de selección.

Esta actividad consiste en la clasificación de materiales, aquí se reconocen y se escogen aquellos materiales que pueden ser atraídos por los cuerpos magnéticos (imanes); de tal forma que son solo estos los que interesan para el fin de reconocer la tridimensionalidad del campo magnético, siendo el campo que se menciona el causante del movimiento de algunos cuerpos. Lo anterior se ha propuesto con el fin de justificar el uso de la limadura de hierro y los alfileres en las distintas representaciones del campo magnético, pues solo un material ferromagnético nos permite describir tales líneas de fuerza.

Experiencia 2: Diagrama de líneas de fuerza

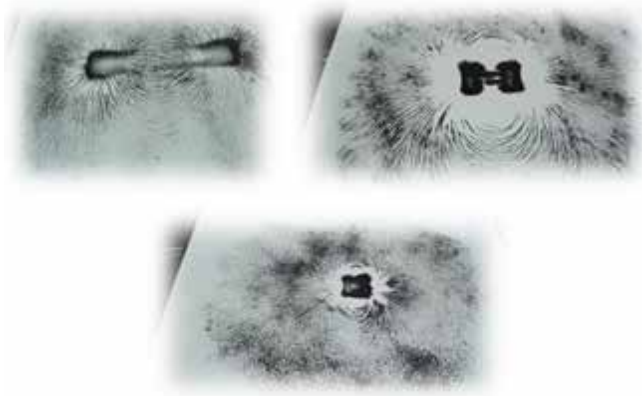


Fig. 2 Líneas de fuerza magnética.

Esta actividad consiste en esparcir limadura de hierro sobre una hoja de papel blanco que cubre un imán de barra, aquí la intención es ver como se organizan las limaduras de hierro sobre la hoja (en forma de líneas), aquí los efectos son a lo largo y a lo ancho de la hoja (2D) y aun cuando no es posible ver el campo se puede pensar que corresponde a la forma en que se organiza la limadura y es evidente que a mayor distancia del imán el efecto es menor y que es mayor en los extremos (polos) del imán; además si se comparan dos imanes del mismo material pero de distinto tamaño es evidente que el campo magnético es mayor en el de mayor tamaño. Con esta experiencia es posible hablar de un campo bidimensional generado por el imán.

Experiencia 3: Agujas suspendidas



Fig. 3 Experiencia agujas suspendidas.



Fig. 4 Montaje experimental agujas suspendidas.

Para esta experiencia se emplea un imán de neodimio (muy potente) y se cuelgan agujas (cuerpos ferromagnéticos) apuntando en todas las direcciones del imán, de tal forma que estas no se caigan sobre la mesa formando ángulos con ella. Aquí es posible pensar que el campo magnético genera un efecto en todas las direcciones del imán; a lo largo, ancho y alto del espacio que rodea el imán, por lo tanto el campo magnético del imán es tridimensional, pues aunque no se puede ver (por ser invisible) sus manifestaciones (atracción de las agujas) son evidentes en todas las direcciones del espacio.

Experiencia 4: Erizo magnético



Fig. 5 Formación “erizo magnético”.

Para esta actividad en un caso se hace una mezcla de limadura de hierro y agua en una botella plástica y se acerca un imán potente; en otros tres casos se cubre completamente el imán con cuerpos ferromagnéticos (limadura de hierro o alfileres) y es evidente que son atraídos en todas las direcciones del imán sin dejar espacios, formándose una especie de erizo; sin embargo, aunque el efecto es en todas las direcciones llega un punto en el que no se adhieren más cuerpos ferromagnéticos y esto es debido a la distancia, pues como se mencionó anteriormente la intensidad del campo magnético depende de la distancia y si los cuerpos están muy alejados el efecto es mínimo y no es posible ver las manifestaciones del campo magnético, aunque exista campo magnético en esas regiones del espacio.

Grupo 2: Levitrón



Fig. 6 Montaje “levitrón”.

En este experimento fue necesario indagar sobre las características de los cuerpos magnéticos siendo fundamental para tal caso la idea de polo magnético; esta idea no solo ayuda a entender cómo funciona el levitrón, sino que además permite que sea claro el funcionamiento de otros instrumentos que se reconocen en el común como lo son las brújulas y los trenes de levitación magnética [4].

Este montaje es una aplicación que articula lo que se conoce como líneas de fuerza generadas por un cuerpo magnético y la noción de polaridad, pues el funcionamiento consiste a grosso modo en ubicar dos cuerpos magnéticos con polaridades opuestas uno sobre el otro y de acuerdo a las leyes del magnetismo las acciones que se deben percibir son de repulsión por las dos fuerzas que interactúan [5].

Sin embargo mediante este experimento es posible reconocer que el fenómeno no solo se debe a la interacción entre fuerzas magnéticas sino que entra también en juego el peso (fuerza), pues en realidad el levitrón lo que buscas es que la fuerza magnética del imán inferior sea mayor al peso del imán suspendido, de tal forma que este pueda flotar debido a la interacción de los campos magnéticos de cada imán [6].

Entonces para que el sistema esté en equilibrio (imán superior levite) es necesario tener en cuenta la intensidad del campo magnético y la fuerza ejercida por los cuerpos por acción de la gravedad (peso), de tal modo que el tamaño, la distancia y la forma resultan relevantes al momento de la construcción pues un imán muy pesado no flota, si dispongo los imanes muy lejos el montaje no funciona ya que la intensidad del campo magnético depende de la distancia al cuerpo magnético que lo genera y en cuanto a la forma es más fácil trabajar con imanes circulares por la manera en que se generan las líneas de campo en estos y la uniformidad de las superficies a la hora de girar.

Grupo 3: Motor Solenoide y de Rotor

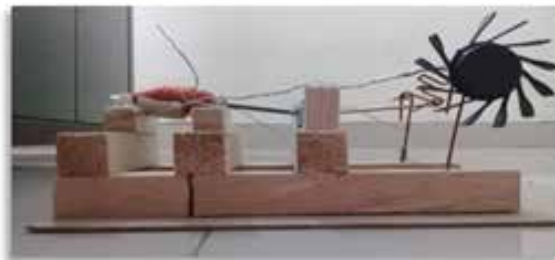


Fig. 7 Vista lateral, superior y frontal de “motor solenoide”.

Estos experimentos son una forma de aplicación para entender de forma más clara el principio de inducción de Faraday propuesto inicialmente por Oersted, Ampère, Biot y Savart cuando exponen una relación entre electricidad y magnetismo, de tal forma que una corriente eléctrica genera un campo magnético [4].

Para estos experimentos hay una corriente que circula por la bobina y al interior de esta se genera un campo magnético suficiente para atraer la puntilla (cuerpo ferromagnético) o para hacer girar los embobinados en cada instante que el interruptor se cierra [7], en el caso del motor Solenoide generando un movimiento rectilíneo de la puntilla, sin embargo el sistema de este motor está organizado para que por medio de una manivela sujeta a la puntilla el movimiento lineal de la puntilla se transforme en movimiento circular y por inercia continúe el movimiento hasta que se cierra de nuevo el interruptor. En tanto que para el caso del motor de Rotor, al activar el interruptor circula corriente por cada una de las espiras generando campos magnéticos, que al interactuar con los imanes que le rodean generan un efecto de repulsión produciendo un movimiento circular; lo anterior es un claro ejemplo de la interacción entre dos campos magnéticos, uno natural y uno inducido [6].



Fig. 8 Motores de rotor en funcionamiento.

Para estas experiencias fue importante reconocer que las distancias, tamaños y formas de cada uno de los componentes, así como su disposición, influían en el funcionamiento del motor, además que dependiendo de la cantidad de corriente que circule por la bobina el motor es más efectivo ya que el campo magnético que se genera al interior de la bobina depende de esta.

Grupo 4: Generador eléctrico



Fig. 9 Generador eléctrico de manivela suministrando energía a cuatro led.

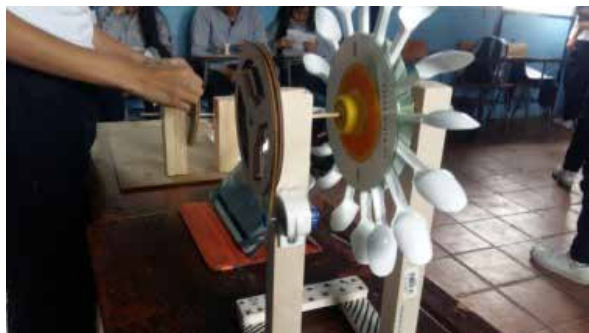


Fig. 10 Montaje generador eléctrico de aspas.

Par este montaje se emplea un motor eléctrico como fuente de generación de corriente y se realiza un circuito en paralelo que permite suministrar de corriente algunos led. Aquí la idea no es decir qué es un generador eléctrico, pero si describir cómo funciona y para esto se acude a la ley de inducción de Faraday, que plantea que un campo magnético variable induce una corriente eléctrica en una espira (para este caso es una serie de bobinas), esto se evidencia en la siguiente experiencia. Si se tiene una bobina (espira de alambre de cobre esmaltado) conectada a un multímetro de aguja y se introduce un imán dentro de la bobina (en lo posible a gran velocidad) con su polo norte hacia la bobina, ocurre que cuando el imán se esté moviendo el medidor registra un cambio, lo que indica que está circulando una corriente por la bobina. Ahora si el imán se aleja de la bobina el medidor se desvía nuevamente pero en sentido contrario;

esto nos indica que nuevamente hay una corriente circulando pero en la dirección opuesta. [8]

Lo anterior es el principio del funcionamiento del generador que se expone. La diferencia de este montaje con la explicación anterior, radica en que los imanes están fijos a las paredes y lo que se mueve son las bobinas internas del motor, generando una variación del campo magnético con respecto a las espiras, e induciendo una corriente sobre las mismas y es esta corriente la que circula por el circuito al conectarse en los bornes o terminales del motor (escobillas) para finalmente encender los led.



Fig. 11 Estructura interna de motor eléctrico [8]

II. CONCLUSIONES

La construcción de montajes experimentales y de artefactos eléctricos son herramientas que enriquecen la experiencia de los estudiantes, promoviendo la construcción de explicaciones y facilitando la comprensión de formalizaciones conceptuales, como lo son la noción de campo magnético, líneas de fuerza magnética, corriente eléctrica e inducción electromagnética.

Cambiar cuestionamientos como ¿qué es...? Por ¿cómo se puede dar cuenta del funcionamiento de... y la disposición específica de cada elemento que lo compone? Permite pasar del plano de la definición a la construcción y formalización, no solo de elementos o dispositivos sino de teorías que giran en torno a los fenómenos magnéticos implícitos en el desarrollo tecnológico de una nación.


Pasar del texto o la consulta como única herramienta de trabajo, a las mismas como herramientas de apoyo para la construcción de propuestas experienciales o construcción de prototipos didácticos, motiva a los estudiantes a ser partícipes del conocimiento científico en la construcción de sus propios conocimientos.

REFERENCIAS

- [1] J. Malagón, S. Sandoval y M. Ayala, “Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias,” *IEEE Praxis Filosófica Nueva serie*, no. 36, ene-jun 2013, pp. 119 – 138.
- [2] A. Candela, “Argumentación y conocimiento científico escolar,” *IEEE Infancia y Aprendizaje* (55), 1991, pp. 13 – 28. [Accedido: May-2019]
- [3] “Campo Magnético,” pp. 1-61 [En línea]. Disponible en: kimerius.com/app/download/5783170156/Campo+magnético-.pdf. [Accedido: May-2019]
- [4] “Electromagnetismo,” *IEEE UNLP – Fac. de Bellas Artes – Diseño Industrial*, pp. 1 – 18, [En línea] disponible en: <https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/cys/DI/electromagnetismo.pdf>. [Accedido: abr-2019]
- [5] “Estudio de las aplicaciones prácticas de la levitación magnética (trenes maglev,” [En línea] disponible en: <https://www.fceia.unr.edu.ar/~fisica3/MagLev.pdf>. [Accedido: abr-2019]
- [6] “aspectos históricos: orígenes y desarrollo de la teoría del magnetismo,” [En línea] Disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/sec_3.htm. [Accedido: jun-2019]
- [7] “Instalando un circuito eléctrico básico,” [En línea] disponible en: https://energypedia.info/images/c/c6/Manual_de_instaladores_el%C3%A9ctricos_-_2012.pdf. [Accedido: jun-2019]
- [8] “Tecnología tipo de motores eléctricos,” [En línea] disponible en: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/tipos-de-motores-electricos.html>. [Accedido: May-2019].

Biografía. Autor 1: Néstor David Vargas Rojas

Licenciado en física, de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia; Docente de Física del Gimnasio William Mackinley de Bogotá, Colombia; Estudiante de Maestría de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia; Miembro del grupo de investigación de Estudios Histórico Críticos y Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia.



CONTROL BASADO EN *ARDUINO* PARA DEMOSTRACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PESO APARENTE¹

Arduino control-based to
demonstrate the weightless condition

*Osorio Bolaños, María Alejandra², Vera Betancourt,
Carlos Alberto³ y Cárdenas Montoya, Paulo César⁴*

1 El presente trabajo se encuentra enmarcado dentro del proyecto: Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de Física Básica con código 574-087. Es un resultado del semillero Pi_Lab del Departamento de Física y Matemáticas de la Universidad Autónoma de Manizales quien es la entidad financiadora.

2 Universidad Autónoma de Manizales. Contacto: maria.osoriob@autonoma.edu.co

3 Universidad Autónoma de Manizales. Contacto: carlos.verab@autonoma.edu.co

4 Universidad Autónoma de Manizales.; código ORCID 0000-0002-7546-5916.
Contacto pcardenasm@autonoma.edu.co.

Resumen

En las célebres clases de física del profesor Walter Lewin hay un esfuerzo significativo para realizar demostraciones de fenómenos, hechos y consecuencias de la física que en muchos casos son contraintuitivos. Una de estas demostraciones tiene que ver con la llamada condición de peso aparente, en este caso el profesor deja caer desde una altura considerable una balanza con una masa. La demostración permite evidenciar que mientras la balanza y el cuerpo caen, el peso que marca la balanza es cero. La situación anterior se puede entender fácilmente al usar las leyes de movimiento de Newton. El peso aparente corresponde a situaciones en las cuales el peso de un cuerpo se mide en ambientes acelerados, es decir por fuera de la condición de equilibrio estático. Este efecto es común, por ejemplo cuando un avión despegue los pasajeros tienen la sensación de sentirse más pesados. Es claro que el peso del cuerpo en cuestión no cambia en ninguna de las situaciones descritas anteriormente, sin embargo la percepción del peso es diferente por el efecto de la aceleración que actúa sobre el cuerpo. En el presente artículo se presenta una demostración que sigue de cerca la presentada por el profesor Lewin en su curso, haciendo uso de tecnología de bajo costo y de fácil implementación, además puede ser incorporada fácilmente en el salón de clase.

Palabras clave

Peso aparente, caída libre, demostración en clase, instrumentación, *Arduino*.

Abstract

In the famous physics courses of Professor Walter Lewin there is a huge effort in showing demonstrations of different phenomena, facts and consequences of physics that in many cases are counterintuitive. One of these demonstrations has to do with the so-called apparent weight condition, in this case the teacher drops a scale with a mass from a considerable height. The demonstration shows that while the balance and the body fall, the weight that marks the balance is zero. The above situation can be easily understood applying Newton's laws of motion. The apparent weight corresponds to situations in which the weight of a body is measured in accelerated environments, that means outside the static equilibrium condition. This effect is common, for example when a plane takes off, passengers have the sensation of feeling heavier. It is clear that the weight of the body in question does not change in any of the situations described above, however the perception of weight is different due to the effect of the acceleration that acts on the body. This paper presents a demonstration that closely follows the one

presented by Professor Lewin in his course, making use of low cost technology and easy implementation, also it can be easily incorporated in classroom.

Keywords

Apparent Weight, Free Fall, Classroom Demonstration, Instrumentation, *Arduino*

I. INTRODUCCIÓN

Es usual en los cursos de física básica introducir la idea de *peso aparente* como una aplicación de las leyes de movimiento de Newton. La pregunta problema que comúnmente se intenta responder es: ¿cuál es el registro de una balanza que mide el peso de una persona, mientras el sistema formado por la balanza y la persona se encuentran en un ascensor, que se mueve con aceleración constante en relación a un sistema inercial? [1,2]. La respuesta a esta pregunta involucra usar las leyes de movimiento, y las conclusiones son contraintuitivas lo cual puede inducir ideas equivocadas en los estudiantes.

El experimento mental de cuerpos acelerados en ascensores (o cajas cerradas) lo exploró Albert Einstein a un nivel más profundo, fue esta la semilla para formular la Teoría General de la Relatividad. En efecto, Einstein concluyó que hay una equivalencia entre el campo gravitacional y un cuerpo acelerado en relación a un sistema de coordenadas, a lo que llamó principio de equivalencia [3].

De igual forma, la idea básica detrás del peso aparente es relevante en situaciones como las que perciben los astronautas, o aún, los pilotos que realizan maniobras en las que se experimentan aceleraciones mayores o menores que la aceleración gravitacional [4,5].

Por estas razones es conveniente presentar en las clases de física básica demostraciones que validen las consecuencias de la teoría, y que permitan poner en evidencia las situaciones contraintuitivas.

En esta dirección el célebre profesor Walter Lewin en sus cursos de física presenta una demostración del peso aparente en sus lecturas [6]. Esta demostración es la inspiración para el presente trabajo, en el cual, usando instrumentación de bajo costo se ha logrado medir en tiempo real la masa de un cuerpo mientras se encuentra en caída libre, de forma que es posible constatar la idea de peso

aparente. Es importante notar que el experimento se puede presentar fácilmente como una demostración de aula y es de fácil implementación como proyecto de curso.

II. MARCO TEÓRICO

Peso Aparente. Al considerar un cuerpo de masa m (una persona por ejemplo) en reposo sobre una balanza, se registrará una masa m , por tanto el peso de la persona será, en magnitud mg . Al considerar el mismo sistema en un elevador que se mueve con aceleración constante en relación a un sistema inercial de referencia, dependiendo de la dirección de la aceleración, la balanza registrará mayor o menor peso. La explicación a este hecho se deriva fácilmente de la segunda ley de Newton considerando referencias inerciales.

En la figura 1 se representa el diagrama de cuerpo libre para una persona de masa m . En la figura 1a, se evidencia la situación de equilibrio, mientras que en b y c de la misma figura, se representan las posibles aceleraciones arriba y abajo respectivamente.

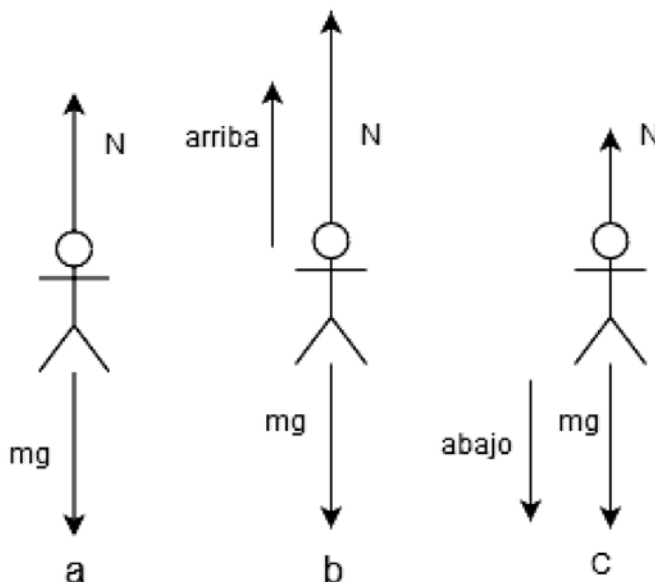


Figura 1. Diagramas de cuerpo libre para una persona de masa m que se encuentra en un ascensor. Figura 1a. corresponde a la situación en equilibrio. En 1b y 1c diagramas de cuerpo libre mientras el ascensor se encuentra acelerado hacia arriba y hacia abajo respectivamente.

De la condición de equilibrio (figura 1a.) es fácil concluir que:

$$\Sigma \quad \vec{F} = \vec{0} \therefore \vec{N} = mg, \quad (i)$$

por tanto, el mecanismo por el cual se acciona la balanza se debe a la presencia de la fuerza normal. De otro lado, considerando un sistema de referencia orientado positivo hacia arriba en la vertical (como en la figura 1), el ascensor acelerado, de la segunda ley se tiene:

$$\Sigma \quad \vec{F} = \pm m \vec{a} \therefore \vec{N} - mg = \pm m a, \quad (ii)$$

el signo positivo indica que la aceleración del ascensor coincide con la dirección positiva del sistema de referencia, mientras que el signo menos indica lo contrario.

De la ecuación (ii) se llega a:

$$\vec{N} = m\vec{g} \pm m \vec{a}, \quad (iii)$$

por lo tanto, si el ascensor asciende la balanza marcará más peso puesto que la fuerza normal es mayor, lo contrario ocurre si el ascensor desciende, *i.e.* la balanza marcará menor peso por la misma razón. El caso en que la aceleración del ascensor sea igual a la aceleración gravitacional la balanza marcará peso cero, condición conocida como *weightless*, o sin peso. Es claro que sí se acepta la definición de peso como el efecto del campo gravitacional sobre un cuerpo de masa m (en magnitud), entonces, en el experimento anterior el cuerpo siempre tuvo el mismo peso. La medición del *peso* o la masa de un cuerpo se hace en la situación de equilibrio, el efecto de la variación del *peso* que marca la balanza se debe a que la medida se realiza en un entorno acelerado.

La idea esencial de la demostración en clase consiste en evidenciar que sí un cuerpo que se encuentra sobre una balanza en reposo, y registra un cierto peso¹, mientras el mismo cuerpo se encuentre en caída libre, la balanza marcará una masa cero durante el tiempo de caída. De igual forma, mostrar que sí aparece una aceleración sobre el cuerpo, dependiendo de la dirección de la misma, el cuerpo *pesará* más o menos según la dirección de la aceleración. De esta forma el problema técnico que se enfrenta es poder determinar en tiempo real el peso

¹ En realidad una cierta masa que es lo que permite determinar una balanza.

de un cuerpo y visualizarlo, mientras es sometido a diferentes aceleraciones. A continuación se describen los elementos que componen la balanza.

III. CONTROL DE CELDA DE CARGA POR *ARDUINO*

Los elementos esenciales para la demostración son (ver Figura 2):

1. Celda de carga, Máximo valor de carga *1kg*
2. Microcontrolador *Arduino Uno*
3. Módulo HX-711
4. Computador
5. Cables jumpers macho - hembra



Figura 2. Montaje de la balanza controlada por *Arduino*. En detalle: la celda de carga (1), Microcontrolador *Arduino Uno* (2), y el Módulo HX-711 (3).

La balanza de bajo costo consiste de un transmisor de celda de carga que está formada por galgas configuradas en puente de *Wheatstone*, las galgas son sensores de presión; así, el peso es transformado a una señal eléctrica. La comunicación de la señal que entrega la celda de carga con el computador se hizo por medio de un transmisor de celda de carga (Módulo HX-711) convirtiendo la señal análoga en digital, y entregandola al microcontrolador *Arduino uno*.

Para hacer funcional el módulo transmisor HX711, se debe agregar la librería de *Arduino* HX711.f que se encarga de darle soporte al módulo. Esta librería se puede descargar libremente desde su repositorio de *github* [7]. Adicionalmente,

el computador debe contar con el *IDE*² de *Arduino* que corresponde al entorno de desarrollo integrado, tiene la ventaja de que es libre y se puede instalar en cualquier sistema operativo [8].

La visualización en tiempo real hace uso del *IDE*, y permite ver la señal por medio de la herramienta *serial plotter* que hace parte del entorno *IDE*, y se encarga de graficar en el eje vertical la medida de masa y en el eje horizontal el tiempo transcurrido en este caso.

De otro lado, el procedimiento para calibrar el sistema consiste en encontrar la escala o factor de conversión adecuado que permite convertir la señal eléctrica en la masa del cuerpo.

El factor de conversión (escala) se encuentra de la siguiente forma: en primer lugar, se busca un patrón de referencia (cualquier masa que no supere el valor máximo soportado por la celda puede ser útil). Se recomienda que el peso conocido sea cercano al valor máximo del rango de trabajo de la celda de carga. Como masas de referencia se usó el juego de pesas del laboratorio de Física de la Universidad Autónoma de Manizales. En segundo lugar se carga un código de *Arduino* para la calibración de la balanza, este se debe hacer sin masa en la balanza, después de tarar, se le pone el objeto de masa conocida mostrando lecturas sin escala. En tercer lugar, se realizan un número arbitrario de diferentes mediciones con el mismo patrón, se toma el promedio de las mediciones, y se divide esta cantidad entre el valor de la masa conocida. Finalmente, esta relación será la escala que se incluye en el código que controla la balanza.

Para la realización de la demostración, la persona que la lleva a cabo puede por ejemplo, ubicarse sobre una mesa a una altura de más de un metro. Se configura el sistema de forma que en la pantalla del computador se evidencie el valor de la masa que se encuentra sobre la balanza, lo cual puede tardar cierto tiempo mientras el sistema realiza los ajustes que le permiten determinar precisamente la masa del cuerpo. A continuación, se deja caer la balanza de forma que golpee contra una superficie blanda como por ejemplo una espuma de espesor considerable (30 cm)³. En estas condiciones se evidencia una clara variación de la masa en función del tiempo como se presenta a continuación en la parte de resultados.

2 *IDE* por sus siglas en inglés: *Integrated Development Environment*. Es decir el entorno de desarrollo integrado.

3 Para que el objeto no se caiga de la balanza se puede asegurar con cinta.

IV. RESULTADOS

En la figura 3 se presenta el resultado de la experiencia que se obtiene del visualizador en el *IDE* de *Arduino*. El eje vertical corresponde a la masa del cuerpo en gramos, el eje horizontal corresponde al eje del tiempo que puede configurarse según la cantidad de datos que se quiera tomar. En este caso se configura para que una medida sea tomada cada 200 ms , y se autoajusta para una ventana de 500 medidas de tiempo. En esta demostración se usó una masa de 300g que golpeó contra espuma de 4 cm de espesor desde una altura aproximada de 1.30 m .



Figura 3. Masa del cuerpo (eje vertical) en función del tiempo (eje horizontal). Imágen obtenida del *IDE* de *Arduino* para una masa de 300g que golpea contra espuma de 4 cm de espesor.

Según la figura 3, se observa que inicialmente la balanza toma un tiempo corto en determinar el valor de la masa que corresponde a 300 g . El sistema es muy sensible, y cualquier desplazamiento en la vertical mostrará una variación en la masa como se evidencia en el primer pico en el cual la masa disminuye su valor a casi 250 g .

La caída de la balanza junto con el cuerpo corresponde al pico bien definido que es el elemento central en la demostración. Se observa que mientras el cuerpo cae, la masa disminuye rápidamente a cero, el tiempo que tarda el cuerpo en caer desde una distancia aproximada de 1.30 m es 0.5 s , se evidencia de esta forma que la respuesta del sensor es inmediata. Al golpear contra la espuma hay un cambio súbito en la dirección de la aceleración, en este caso hacia arriba en la vertical, y según la ecuación (iii) con el signo positivo, la masa del cuerpo debe aumentar, este efecto se observa claramente en el pico que marca rápidamente un salto de masa cero a una masa de más de 750 g . A partir de este punto, la masa del cuerpo tiende a retornar a su valor en equilibrio, lo que indicaría nuevamente una posible situación de caída libre que rápidamente es contrarrestada probablemente por el choque con la espuma, que corresponde al siguiente pico que alcanza casi una masa de 250 g . Finalmente la masa del cuerpo estabiliza al valor que debe tener en equilibrio indicando que ya el cuerpo se encuentra en reposo sobre la espuma.

V. CONCLUSIONES

En el presente documento se presentó el prototipo de una balanza de bajo costo controlada por *arduino*, que tiene como finalidad demostrar algunos de los aspectos relevantes en relación a la idea de peso aparente. El sistema permite visualizar en tiempo real la masa de un cuerpo mientras se somete a aceleraciones externas. El sistema es fácil de transportar y la demostración se puede realizar usando cualquier computador con recursos mínimos.

En la demostración que se presentó, se evidenció que mientras el cuerpo se encuentra en caída libre la masa que reporta la balanza es cero. De igual forma, se mostró que cambios externos en la aceleración del cuerpo generan masas que pueden ser mayores o menores en comparación a la masa en equilibrio.

Finalmente es importante mencionar que el sistema se está adaptando para que la comunicación sea inalámbrica, de forma que sea aún más sencillo el uso por parte de los profesores.

REFERENCIAS

- [1] D. Kleppner, and R. Kolenkow, *An Introduction to Mechanics*, (2014) Second Ed. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press

- [2] R. Taibu, D. Schuster, D. Rudge, “Teaching weight to explicitly address language ambiguities and conceptual difficulties”, *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, 13, 010130 (2017)
- [3] W. Isaacson, *Einstein his Life and Universe*, (2007) New York, NY: Simon & Schuster Paperbacks, pp. 146–147
- [4] F. W. Sears, “Weight and Weightlessness”, *The Physics Teacher*, 1, 20 (1963)
- [5] R. Dempsey, G. A. DiLisi, L. A. DiLisi, and G. Santo, “Thank you for the flying the vomit comet”, *The Physics Teacher*, 45, 75 (2007)
- [6] Walter Lewin. (2015, February 7). 8.01x-Lect 7- Weight, Weightlessness in Free Fall, Weight in Orbit [Video File]. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=Z07tTuE1mwk&t=2267s>
- [7] github. (2019, August 02). Tomado de <https://github.com/bogde/HX711>
- [8] Arduino. (2019, August 02). Tomado de <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

Biografía. Autor 1: María Alejandra Osorio Bolaños

Es estudiante de pregrado que aspira a doble titulación en Ingeniería electrónica e Ingeniería de sistemas en la universidad Autónoma de Manizales. Actualmente cursa sexto semestre.

Áreas de investigación: Instrumentación electrónica con Arduino. Diseño de herramientas para la enseñanza de la física.

Biografía. Autor 2: Carlos Alberto Vera Betancourt

Es estudiante de pregrado en Ingeniería de sistemas en la Universidad Autónoma de Manizales. Actualmente cursa el octavo semestre.

Áreas de investigación: Instrumentación electrónica con Arduino. Diseño de herramientas para la enseñanza de la física.

Biografía. Autor 3: Paulo César Cárdenas Montoya

Posee doctorado en Física, otorgado por la Universidad Federal do ABC del estado de São Paulo en Brasil; Magíster en Física, de la Universidad de Antioquia; Ingeniero Físico, de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales;



Especialista en Vocación Docente, de la Universidad Haaga-Helia de Finlandia. Actualmente se desempeña como profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Manizales y lidera el semillero Pi_Lab del departamento de Física y Matemáticas de la misma universidad.

Áreas de investigación: Sistemas cuánticos abiertos, computación e información cuántica, física computacional, termodinámica cuántica, enseñanza de la física, innovación en educación.



GEOGRAFÍA Y FÍSICA ATRAÍDAS
POR EL MAGNETISMO: UN
DIÁLOGO ENTRE MAESTROS

Geography and Physics attracted
by magnetism: a dialogue between teachers

María Mónica Uribe García¹ , Néstor David Vargas Rojas²

Resumen

Se enfoca el interés del presente artículo hacia las propuestas, intervenciones y hallazgos que se dan en dos contextos escolares distintos a partir de una de las cualidades fundamentales de la materia como lo es el magnetismo, con el fin de contribuir en el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico en la formación del estudiante, a partir de experiencias intencionadas que permiten el protagonismo del niño en la construcción de su conocimiento, debido a la interacción directa con el fenómeno para su posterior organización y formalización, esto permite construir explicaciones que dan razón del funcionamiento de artefactos encontrados en su entorno, con base en la enseñanza de las ciencias básicas. Para lo anterior se describirá la intervención y hallazgos en dos contextos educativos distintos con relación a la población y la ubicación geográfica, el primer grupo corresponde a edades entre ocho y nueve años del Colegio Liceo Católico ubicado en el barrio Juan XXIII de la ciudad de Bogotá; el segundo grupo con edades entre quince y dieciocho años de edad del Gimnasio William Mackinley ubicado en el barrio Quinta Paredes de la ciudad de Bogotá, en la actividad habitual de dos maestros de educación básica (maestro A) y media (maestro B), que articulan su labor mediante experiencias intencionadas comunes, que pretenden alcanzar comprensiones en función de lo magnético para disciplinas distintas (Física y Geografía).

Palabras claves

Magnetismo, campo magnético, atracción, repulsión, polo magnético

Abstract

The interest of this article is focused on the proposals, interventions and findings that occur in two different school contexts based on one of the fundamental qualities of the subject such as magnetism, in order to contribute to the development of scientific thinking and technological in the formation of the student, from intentional experiences that allow the protagonism of the child in the construction of his knowledge, due to the direct interaction with the phenomenon for his later organization and formalization, this allows to construct explanations that give reason of the operation of artefacts found in its environment, based on the teaching of basic sciences. For the above, the intervention and findings in two different educational contexts regarding the population and geographic location will be described, the first group corresponds to ages between eight and nine years of the Colegio Liceo Católico located in the Juan XXIII neighborhood of the city of Bogotá ; the second group between



fifteen and eighteen years of age at the William Mackinley Gymnasium located in the Quinta Paredes neighborhood of the city of Bogotá, in the usual activity of two elementary school teachers (teacher A) and middle school (teacher B), who they articulate their work through common intentional experiences, which aim to achieve understanding based on the magnetic for different disciplines (Physics and Geography).

Keywords

Magnetism, magnetic field, attraction, repulsion, magnetic pole

I. INTRODUCCIÓN

Determinar las cualidades de la materia resulta una necesidad apremiante en la actualidad, pues es esta caracterización la que permite que mediante interacciones de cuerpos de distinta naturaleza sean desarrolladas tecnologías de las cuales hacemos uso diariamente. En estos términos; enfocamos el interés del presente artículo hacia las propuestas, intervenciones y hallazgos que se dan en el contexto escolar a partir de una de las cualidades fundamentales de la materia como lo es el magnetismo, con el fin de contribuir en el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico en la formación del estudiante, a partir de experiencias intencionadas que permiten el protagonismo del niño en la construcción de su conocimiento, debido a la interacción directa con el fenómeno para su posterior organización y formalización¹, esto permite construir explicaciones que dan razón del funcionamiento de artefactos encontrados en su entorno, con base en la enseñanza de las ciencias básicas.

Para lo anterior se describirá la intervención y hallazgos en dos contextos educativos distintos con relación a la población y la ubicación geográfica, en la actividad habitual de dos maestros de educación básica (maestro A) y media (maestro B), que articulan su labor mediante experiencias intencionadas comunes, que pretenden alcanzar comprensiones en función de lo magnético.

El maestro A, desarrolla sus actividades en grado tercero de primaria, en el Colegio Liceo Católico ubicado en el barrio Juan XXIII de la ciudad de Bogotá; la población que maneja son niños entre ocho y nueve años de edad; además las actividades a desarrollar corresponden al área de ciencias sociales y pretenden alcanzar la comprensión del funcionamiento de la brújula y su relación con la ubicación geográfica, a partir de la caracterización de lo magnético como una propiedad de la materia².

Por otra parte el maestro B, desarrolla sus actividades en grado once de educación media, en el Gimnasio William Mackinley ubicado en el barrio Quinta Paredes de la ciudad de Bogotá; la población que maneja son estudiantes entre quince y

1 ...Las descripciones e interpretaciones que demanda la comprensión de una fenomenología exigen la organización de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, esto es una descripción detallada del fenómeno, la cual está imbricada en la actividad experimental que exige una comprensión conceptual que acompañe a la intervención y disposición experimental... [1].

2 El magnetismo es un fenómeno físico por el que los materiales ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales [2].

dieciocho años de edad; además las actividades a desarrollar corresponden al área de ciencias naturales y pretenden alcanzar comprensiones de lo magnético como una configuración espacial específica³ y en consecuencia organizar concepciones sobre propiedades de la materia como el ferromagnetismo⁴ y el magnetismo a partir de la interacción entre cuerpos magnéticos⁵.

Contextualización de la actividad

Iniciando el camino hacia la comprensión de lo magnético se proponen una serie de actividades intencionadas de base, orientadas bajo las interrogantes ¿Cómo puedo distinguir un cuerpo magnético? Y ¿Qué hace diferente a un cuerpo magnético de otros cuerpos? Estas se aplican en los dos grupos de estudio de forma indistinta; sin embargo en el grupo manejado por el maestro A, se busca en primera medida llegar a la caracterización de los cuerpos magnéticos, seguido de la construcción de la noción de polo magnético⁶, para finalmente llegar a la comprensión de la brújula (como cuerpo magnético) en interacción con la Tierra (como cuerpo magnético) como herramienta empleada para la orientación en el globo terrestre⁷. En tanto que los objetivos para el maestro B pretenden en primera medida caracterizar lo ferromagnético como propiedad de la materia y construir una interpretación del campo magnético con relación a eventos conocidos como el uso de la brújula.

A continuación se presentan cada una de las actividades realizadas en aula por los maestros A y B, además la respuesta de los estudiantes a dichas actividades; sin embargo, si bien a los estudiantes de los dos grupos se les permite la realización de las distintas experiencias, para el caso del grupo B han tenido que construir el montaje de agujas suspendidas, como forma de aplicación de las comprensiones iniciales; posteriormente el maestro A presenta estos artefactos a su grupo.

3 ...el espacio libre era un medio que soportaba las fuerzas y deformaciones que permitían la interacción magnética y eléctrica... [3].

4 ...Estos materiales presentan porciones que tienen magnetización completa y permanente [4] [5]

5 La fuerza que ejerce un campo magnético sobre el polo de un imán actúa en la dirección de las líneas de campo [7].

6 ...Peregrino distingue claramente los polos de un imán permanente; observa que el norte y el sur se atraen y que polos iguales, norte por ejemplo, se repelen; describe cómo, si se fragmenta un imán, se crean otros polos, y discute sobre la aguja pivotada. Asevera además que es de los polos magnéticos de la Tierra de donde los polos del imán reciben su virtud... [3].

7 ...El uso de la “piedra magnética” como brújula se adscribe a los chinos. De acuerdo con ciertas leyendas, Hoang-ti, personaje mítico, construyó una “carroza del sur” [3].

...El descubrimiento de la brújula llevó al hombre al segundo gran fenómeno magnético: el comportamiento de la Tierra como un gran imán... [4]

Propuesta y desarrollo de las actividades

Actividad 1: identificación de cuerpo magnético

En esta actividad los estudiantes a partir de un proceso de clasificación, en el cual la atracción entre cuerpos magnéticos, permite distinguirlos de acuerdo a los efectos que otros cuerpos sufren al interactuar con ellos. Aquí resulta importante que se llegue a tres categorías de cuerpos, los que son atraídos, los que atraen y los que no sufren ningún efecto visible al interactuar con los demás⁸. Para cumplir con los intereses de la investigación se dejarán de lado los cuerpos que no sufren ningún tipo de cambio al interactuar con otros cuerpos.

Las dos categorías iniciales se analizarán de nuevo de la siguiente forma. Se entrega a los estudiantes tres cuerpos a los cuales les atribuyen propiedades atractivas, estos de forma intencionada están clasificados previamente así: Cuerpo I (imán), Cuerpo II (Ferromagnético - Puntilla) y Cuerpo III (Ferromagnético – Alfiler).

Los efectos de interacción obtenidos son:

Cuerpo I	Cuerpo II	Atracción
Cuerpo I	Cuerpo III	Atracción
Cuerpo II	Cuerpo III	Ninguna

A partir de estas relaciones el estudiante puede diferenciar que el Cuerpo I tiene una característica o cualidad distinta a los otros dos cuerpos, porque estos últimos no muestran ninguna interacción entre ellos. Por lo anterior el estudiante puede afirmar que el Cuerpo I atrae los otros cuerpos, por lo que se denomina cuerpo magnético⁹, en tanto que los cuerpos II y III al tener una interacción con el Cuerpo I poseen propiedades magnéticas que se manifiestan en interacción con cuerpos magnéticos únicamente.

En esta experiencia resulta para el maestro A observa que los estudiantes logran clasificar materiales de acuerdo a la presencia o ausencia de propiedades magnéticas, de tal forma que los cuerpos magnéticos serán aquellos que tienen la

8 El magnetismo es el fenómeno por medio del cual los materiales ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros cuerpos; estos efectos se pueden clasificar con base en materiales diamagnéticos, paramagnéticos y ferromagnéticos [8].

9 ...Existen diversos tipos de comportamiento de los materiales magnéticos, siendo los principales el ferromagnetismo, el diamagnetismo y el paramagnetismo [2].

propiedad de atraer otros cuerpos; en tanto el maestro B observa que los estudiantes articulan sus experiencias previas para la comprensión de lo ferromagnético, esto se evidencia cuando los estudiantes reconocen que únicamente los cuerpos que son atraídos por los cuerpos magnéticos son aquellos que poseen la propiedad ferromagnética, además distinguen entre cuerpos aparentemente semejantes (como los son los metales) dicha categoría.

Actividad 2: Polaridad del cuerpo magnético

Se propuso como experiencia la interacción entre cuerpos magnéticos (dos imanes de barra), a fin de observar los fenómenos de atracción y repulsión entre ellos al ponerlos en interacción en diferentes disposiciones. Aquí se reconocen las disposiciones en que los dos imanes se repelen o se atraen y demarcar las regiones que interactúan a fin de distinguirlas de la siguiente forma:

Se pide a los estudiantes que dispongan los imanes de tal manera que cuando estos se acerquen se perciba el efecto de repulsión; logrado esto, demarcar los extremos que interactuaron para tal fin con cinta de enmascarar. Después será necesario que los estudiantes propongan distintas combinaciones entre extremos de los imanes; esto con el propósito de que los estudiantes identifiquen que en cada uno de los extremos se presenta una configuración distinta y esto solo es visible en la interacción de cuerpos magnéticos.

Gracias a la experiencia proporcionada los maestros identifican en el discurso de los estudiantes una organización (configuración o disposición) distinta en cada extremo del imán; esto corresponde a la idea de polo magnético, facilitando la introducción del concepto como una configuración espacial distinta, provocada por los extremos de los imanes; pues algo distinto sucede en los extremos del imán; ya que solo es posible una configuración (extremos con diferente demarcación) para evidenciar el efecto de atracción magnética y una única configuración (extremos con igual demarcación) para evidenciar el efecto de repulsión magnética.

Actividad 3: ¿Qué sucede en el entorno del imán?

Ahora se entrega limadura de hierro, un imán, un objeto de madera y un objeto metálico; además se permite que los estudiantes de forma experiencial evidencien que la limadura de hierro es un material que es atraído por el cuerpo magnético.

Por lo tanto en el contexto del maestro A los estudiantes reconocen que la limadura de hierro posee propiedades magnéticas y en el caso del maestro B los estudiantes reconocen que es un material ferromagnético.

Seguido se propone cubrir un imán con una hoja de papel blanco y espolvorear limadura de hierro sobre la hoja y realizar el mismo procedimiento con los distintos materiales mencionados a fin de evidenciar que alrededor del imán sucede algo que organiza los granos de limadura de una forma particular. Es así que en el contexto del maestro A los estudiantes identifican que el imán es el causante de las figuras que se forman en el entorno del imán, además argumentan que estos granos se organizan formando líneas. Para el maestro B las discusiones giran en torno a lo que ha ocasionado los efectos de atracción y repulsión pero que no es visible (campo magnético). Aquí se logran varias cosas interesantes como que los estudiantes propongan las líneas de fuerza como una manifestación del campo magnético¹⁰ (invisible), además de reconocer que las acciones del imán dependen de la distancia a la cual se analice, pues a mayor distancia los efectos son menores y que la intensidad del campo magnético y por ende de las manifestaciones (líneas de fuerza - campo) dependen tanto del tamaño del imán como de la naturaleza del mismo.

Actividad 4: ¿un imán me orienta?

La actividad de cierre propone reconocer el funcionamiento y los principios físicos que constituyen el uso de la brújula como instrumento de orientación. Aquí se parte de información producto de las indagaciones de los estudiantes en las cuales se encuentra un punto en común y es que la aguja de la brújula es un imán temporal. Se desea que con base en los anteriores análisis se responda ¿Cómo es que la aguja imantada oriente siempre uno de sus extremos en la misma dirección?

La actividad consiste en perturbar la aguja con ayuda de imanes que se acercan a ella para que se mueva en dirección del imán, aquí los estudiantes logran concluir que la aguja siempre se orienta en dirección de algo que la atraiga; por lo que necesariamente en ausencia de los imanes hay un cuerpo magnético que la atrae y la repele (la Tierra).

¹⁰ El hecho de que las fuerzas magnéticas sean fuerzas de acción a distancia permite recurrir a la idea física de campo para describir la influencia de un imán o de un conjunto de imanes sobre el espacio que les rodea [9].

II. CONCLUSIONES

La experiencia es base fundamental para el estudio y comprensión de fenómenos físicos, ya que hace más comprensibles y cercanos los conceptos, siendo estos significativos para los estudiantes.

Aun cuando se promueven las experiencias en contextos diferentes, existen grandes similitudes frente a las comprensiones y construcción de explicaciones de los estudiantes, que se ven diferenciadas en alguna medida por el vocabulario y la diversidad de experiencias asociadas al momento de argumentar; es por esto, que surge la posibilidad de abordar las mismas temáticas en etapas distintas del desarrollo de los estudiantes, teniendo presente el grado de complejidad y las implicaciones en el manejo del vocabulario.

Finalmente abordar estas temáticas en dos ciclos distintos de aprendizaje, permite la construcción de propuestas interdisciplinarias de dos ciencias aparentemente aisladas e inconexas, donde el diálogo entre maestros enriquece la experiencia como guías en el procesos de construcción de conocimiento.

REFERENCIAS

- [1] J. Malagón, S. Sandoval y M. Ayala, “Construcciones de fenomenologías y procesos de formalización: un sentido para la enseñanza de las ciencias,” *IEEE Praxis Filosófica Nueva serie*, no. 36, ene.-jun. 2013, pp. 119 -138.
- [2] “Magnetismo,” pp. 119 -138, [En línea]. Disponible en: <http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/magnetismo/experiencias/archivos/elmagnetismo.pdf>. [Accedido: jun-2017]
- [3] J. Tagüeña y E. Martina, “I. Aspectos históricos: orígenes y desarrollo de la teoría del magnetismo,” en *De la brújula al espín. El magnetismo*, en: Biblioteca digital - la ciencia para todos, [En línea]. Disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/sec_3.htm. [Accedido: abr-2017]
- [4] J. Tagüeña y E. Martina, “IV. El magnetismo en la naturaleza: sus manifestaciones en lo inanimado y en los seres vivos,” en: *De la brújula al espín. EL magnetismo*, en: Biblioteca digital - la ciencia para todos, [En línea]. Disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/sec_6.htm. [Accedido: abr-2017]


- [5] J. Tagüeña y E. Martina, “III. El magnetismo y el átomo: descripción microscópica,” en: De la brújula al espín. EL magnetismo, en: Biblioteca digital - la ciencia para todos, [En línea]. Disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/sec_5.htm. [Accedido: abr-2017]
- [6] “El magnetismo. Propuesta didáctica. Quinto de primaria. Ciencias de la naturaleza,” en: Eduplan, [En línea]. Disponible en: http://eduplan.educando.edu.do/uploads/documentos/propuesta/_1_/1444850052.pdf. [Accedido: sep-2017]
- [7] “Magnetismo,” *IEEE Secretaria Académica-Universidad Autónoma de León*, pp. 144 -153, [En línea]. Disponible en: http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020124179/1020124179_019.pdf [Accedido: may-2017]
- [8] “Propiedades magnéticas de los materiales,” [En línea]. Disponible en: http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020124179/1020124179_019.pdf [Accedido: oct-2017]
- [9] “Campo magnético,” pp. 1-61 [En línea]. Disponible en: kimerius.com/app/download/5783170156/Campo+magnético-.pdf. [Accedido: oct-2017]

Biografía. Autor 1: María Mónica Uribe García

Licenciado en física, de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia; Docente de áreas básicas del Colegio Liceo Católico de Bogotá, Colombia.

Biografía. Autor 2: Néstor David Vargas Rojas

Licenciado en física, de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia; Docente de Física del Gimnasio William Mackinley de Bogotá, Colombia; Estudiante de Maestría de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia; Miembro del grupo de investigación de Estudios Histórico Críticos y Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia.



CONCEPTOS SOBRE
ASTRONOMÍA PRESENTES
EN LA ZONA DE DESARROLLO
REAL DE ESTUDIANTES
ENTRE 12-14 AÑOS¹

Concepts about astronomy present
in the area of real development
of students between 12-14 year

Quintero-Salazar-Edwin-Andrés²
García-Ramírez, Darwin-Esau³

1 Resultados parciales de investigación, tesis investigación para aspirar al título de magister en enseñanza de la física, Universidad Tecnológica de Pereira.

2 Universidad Tecnológica de Pereira; código ORCID 0000-0002-0974-4650. Contacto: equintero@utp.edu.co.

3 Universidad Tecnológica de Pereira; código ORCID 0000-0001-8367-6345. Contacto: daesgarcia@utp.edu.co.

Resumen

Uno De los grandes desafíos para quienes educan en ciencias; es el dejar a un lado la pizarra y plantear actividades prácticas, implementar estrategias didácticas para acercar el conocimiento al estudiante. En otro sentido, en Colombia el sistema de educación nacional no proporcionar la enseñanza de la astronomía en los niveles de educación primarios, secundarios y media; evitando así, que los aprendices conozcan de las múltiples aplicaciones que han surgido de este campo de investigación. Como alternativa a la problemática mencionada, surgió el presente trabajo de investigación, el cual se desarrolló desde el modelo socio-constructivista; usando la categoría teórica, zona de desarrollo real (ZDR); respecto a proponer actividades coherentes con los conocimientos y la edad de madurez intelectual de los estudiantes. Las técnicas de recolección de información, diseñadas y aplicadas fueron el grupo de discusión y la observación participante. Se propuso describir los elementos de fundamentación científica presentes en la ZDR de los estudiantes para diseñar una estrategia de enseñanza didáctica. Las técnicas de análisis diseñadas fueron: el análisis de discurso y las categorías de análisis. La población fue el colegio Granadino de Villamaría, Caldas, Colombia, la muestra los estudiantes entre 12-14 años pertenecientes a la electiva de física y astronomía. Surgió la relacionaron de las concepciones culturales que permea los conceptos científicos, particularmente los relacionados con la astronomía, la relación que tiene el contexto familiar respecto a la concepción de los fenómenos que están relacionados con la Luna en la Tierra. Los anteriores hallazgos se utilizaron para diseñar la estrategia sobre la enseñanza de los cráteres lunares.

Palabras clave

Enseñanza de la Astronomía- enseñanza de la física- socioconstructivismo- divulgación- cráteres lunares

Abstract

One of the great challenges for those who educate in science; It is to put aside the board and propose practical activities, implement teaching strategies to bring knowledge to the student. In another sense, in Colombia the national education system does not provide astronomy education at the primary, secondary and secondary levels of education; thus avoiding that the apprentices know about the multiple applications that have emerged from this field of research. As an alternative to the aforementioned problem, the present research work emerged, which was developed from the socio-constructivist model; using the theoretical category, real development zone (ZDR); regarding proposing activities consistent with the

knowledge and age of intellectual maturity of the students. The information collection techniques designed and applied were the discussion group and the participant observation. It was proposed to describe the elements of scientific foundation present in the students' ZDR to design a teaching teaching strategy. The analysis techniques designed were: discourse analysis and analysis categories. The population was the Granadino school of Villamaría, Caldas, Colombia, the students between 12-14 years old belonging to the elective of physics and astronomy. The relationship of cultural conceptions that permeates scientific concepts, particularly those related to astronomy, arose, the relationship that the family context has regarding the conception of phenomena that are related to the Moon on Earth. The previous findings were used to design the strategy on the teaching of lunar craters.

Keywords

Astronomy Teaching- physics teaching -socioconstructivism- Outreach- Lunar craters

I. INTRODUCCIÓN

Al enseñar ciencias de manera tradicional, el estudiante tiende a crear repulsión contra estos conocimientos; la actual ponencia presenta los resultados parciales sobre la investigación relacionada con el diseño de una estrategia pedagógica socio constructivista en la cual se haga uso de la astronomía como elemento mediador de la enseñanza, además de novedoso en vista de que no es una materia que en la actualidad tenga cabida en el sistema educativo del Colombia. Para diseñar la propuesta de enseñanza se hizo necesario describir los elementos conceptuales relacionados con la astronomía que los estudiantes conocían; por su naturaleza relacionada con la ciencia. La premisa que se relaciona, es que si se tiene a temprana edad un conocimiento de las implicaciones que tiene el campo científico para el avance tecnológico en el país; se podrá potenciar y abonar para que las generaciones futuras empiecen a trabajar en ello. Esta investigación toma una de las categorías teóricas relacionadas con el socio-constructivismo, la conocida como ZDR.

El socio-constructivismo, plantea, “todo tipo de aprendizaje que el niño encuentra en la escuela tiene siempre una historia previa” [1, p. 130]. De lo anterior, para el autor principal Vygotsky, esa historia previa fue la que denomino ZDR; además

presenta una simbiosis entre las funciones mentales superiores y los ciclos de evolución.

La ZDR se caracteriza por las actividades que se desarrollan por si solos, es aquí donde cada individuo muestra la forma como aplica cada concepto, si dicho elemento está bien apropiado o que rasgos determinantes son los que la sociedad le aportado al concepto. La ZDR es el elemento que brinda soporte al conocimiento; es el punto de partida para plantear, diseñar y aplicar una estrategia de enseñanza-aprendizaje.

Es en este punto, pues donde se aplica la ley genética general, la cual se presenta que “toda función en el desarrollo cultural del niño aparece dos veces, o en dos planos. Primero aparece en el plano social y luego en el plano psicológico.” [2, p. 43]. Donde, aparece la relación con el otro como un proceso fundamental en el aprendizaje, así mismo la forma como ese individuo o sociedad van a estar relacionados con la forma como se interpretan los fenómenos aprendidos; entonces la ZDR es consecuencia de las experiencias sociales en las que se haya interactuado.

La astronomía es un campo de investigación que se enfoca en describir los límites del universo, objetivo que requiere del desarrollo de instrumentos avanzados y la tecnología más moderna. Las características instrumentales conllevan a que muchos desarrollos diseñados para el campo de investigación se hayan utilizar y aplicar a situaciones comunes del ser humano, y al aplicarlas en la vida diaria del hombre estas hacen que se mejoren procesos, en este orden de ideas la astronomía es una ciencia que requiere cada vez más gente trabajando en sus avances y analizando las implicaciones que pueden llegar a tener los planes astronómicos para el hombre se hace necesario que los jóvenes y adolescentes conozcan las características que tiene la astronomía, de ahí pues; la necesidad de diseñar una estrategia que acerque al estudiante a un elemento fundamental en la astronomía; la Luna y sus cráteres.

Algunos investigadores se han preocupado por este hecho y han propuesto algunas actividades relacionadas con la enseñanza de contextos relacionados con la astronomía. Algunas propuestas se presentan a continuación.

Universe Awareness [3], diseñado como medio de inspiración en niños, para lograr desarrollar habilidades tecnológicas. En Colombia se propuso una estrategia

relacionada con las preguntas que tienen los niños respecto al universo. En otro contexto, ahora en Sr América puntualmente en Argentina, se propuso [4], donde se analizaron los libro de textos utilizados para la enseñanza de la astronomía. Por otro lado, de nuevo en Colombia se propuso en [5] una simulación en Python para enseñar el tema de las órbitas. Por otro lado en [6], se exponen herramientas para la enseñanza diurna de la astronomía. En [7] en España se indaga sobre cómo se entienden las mareas. Por otro contexto [8], diseña un curso completo de astronomía para bachillerato; para el sistema educativo de España. Finalmente en Colombia, aparece [9], relaciona lo cotidiano de los estudiantes para enseñar astronomía.

Por otro lado, las propuestas necesitan, en algunos casos, de instrumentos software especializado. Algunas de las anteriores propuestas carecen de componente práctico. En vista de la anterior problemática, esta investigación describir la ZDR de los estudiantes para diseñar una estrategia para la enseñanza de una temática relacionada con astronomía en niños en edad escolar. Estrategia que pueda ser aplicada en el contexto real del sistema de educación colombiano.

En este contexto, este trabajo se propuso la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo describir la ZDR, para diseñar una estrategia pedagógica socio-constructivista de cráteres lunares en estudiantes entre 12-14 años del colegio Granadino de Villamaría, Caldas?

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

El enfoque definido para desarrollar la investigación, corresponde al cualitativo. La observación participante como primer instrumento de recolección de información; se utilizó tanto en el laboratorio como en los lugares comunes del colegio: canchas, zonas verdes y kioscos. Por otro parte, los grupos de discusión si tuvieron lugar exclusivamente en el laboratorio de física; se conformaron cuatro subgrupos de la muestra tomada. La población, fueron los estudiantes del colegio granadino ubicado en el municipio de Villamaría, Caldas; Colombia una comunidad que fluctúa entre el estrato 4-6. La muestral seleccionada fueron hombres y mujeres que estaban en el rango de edad anteriormente mencionado y que pertenecían a la electiva de física.

Los contextos definidos en el grupo de discusión, estuvieron enmarcados desde lo que los estudiantes conocían sobre astronomía, los objetos que relacionaban

con este campo y algunos contextos generales respecto a la Luna que es el objeto astronómico más común y al cual se puede tener acceso de manera directa. Además se utilizó la Imagen 1, como objeto a observar. El desarrollo de cada grupo no duró más de veinte minutos, para un total de ochenta minutos en el grupo de discusión pasando por los cuatro subgrupos de la muestra.



Imagen 1: media luna

Luego de la aplicación de los instrumentos de recolección de información, se procedió con el análisis de discurso para el tratamiento del corpus de información. Arrojan como resultado las categorías de pregunta, y categoría de respuesta presentadas en Tabla 1. Cada una de las categorías de respuestas estuvieron conformadas por sub-categorías en las que se encontraron los elementos fundamentales presentes en la ZDR de los estudiantes; el procesamiento de estas sub-categorías permitió la construcción de gráficas como la mostrada en Gráfica 1.

Respecto a la categoría de astronomía se encontraron, el hecho de buscar vida en otros lugares del universo; como se expresa a continuación “la astronomía habla de los objetos del universo, por ejemplo, analiza por qué ocurren ciertas cosas en el universo; sobre los planetas, porque Marte tiene la posibilidad de tener vida, es decir oxígeno”; en este mismo sentido surgieron las características ópticas que se observan como los diferentes colores que se ven en las nubes, que para el contexto de estudio es el cielo. Incluso se percibió una perspectiva geo-centrista.

Tabla 1 Conceptos sobre astronomía presentes en la Zona desarrollo real.

CATEGORIAS DE PREGUNTA	CATEGORIAS DE RESPUESTA	PORCENTAJE
Astronomía	universo	81,98%
	cielo	10,81%
	centros/investigación	8,11%
Objetos astronómicos	objetos astronómicos	81,63%
	instrumentos	16,33%
	centros/investigación	2,04%
Luna	características	67,65%
	Objetos del Sis. Solar	23,53%
	objetos del universo	8,82%
característica observadas en la luna	características de la Luna	91,43%
	fenómenos generados	8,57%
Fenómenos generados por la luna	desconocimiento	53,85%
	fenómenos generados	46,15%
Cráteres	características	64,71%
	características/ generan	35,29%
Cráter lunar (características)	ópticas	38,71%
	físicas	45,16%
	sensación	16,13%
Características imagen 1.	superficie	51,02%
	ópticas	48,96%
Explicación características luna	cráteres	25,81%
	otras 19 características	74,19%

En el segundo sentido se encontró elementos relacionados con la astronomía tales como: estrellas, planetas, soles, lunas, y en otro sentido elementos que se utilizan como instrumentación para investigación astronómica. También, se relacionó la NASA.



Gráfica 1: características ópticas de la Luna.

En otro aspecto respecto a la Luna, “la Luna es un planeta que nos ayuda a identificar la noche, que es ya más o menos hora de dormir” se entiende la relación directa entre noche y Luna. Además se expresó como si Luna perteneciera a la familia de las estrellas. Y se tiene la perspectiva de que el satélite natural alumbraba. Así pues, surgió el hecho de que se observan varias fases, colores y tamaños diferentes respecto al ciclo en el que se observe; un integrante que ya tuvo la influencia familiar por medio de su padre llegó a dar características sobre cráteres cuando el satélite se observa por medio de un telescopio. Y finalmente surge como elemento fundamental para que se den los eclipses. Al indagar con mayor profundidad respecto a los efectos o fenómenos que se dan en la tierra por acción de la luna se encuentra que en la mayoría de los casos no se conocen dichos fenómenos, o se tiene el caso en el cual se le culpa a la Luna de que suceda un temblor, según se expresó fue una explicación que la mamá le dio en un tiempo pasado cuando sucedió un temblor. Respecto a las mareas se encontró “las mareas, que la luna tiene un control raro sobre las mareas por las acciones magnéticas”.

En la misma línea anteriormente planteada, pero ahora respecto a los cráteres se encontró que se relacionan con los huecos y las características de estos. Y por otro contexto se expresó el cráter, como una malformación misma del planeta. Ahora bien, respecto a los cráteres lunares, arrojo una concepción similar a lo que es un cráter terrestre. También, se le dan las características al cráter respecto a lo que se cree que tiene la superficie lunar, ósea; color y sensación.

En este sentido, indagando más sobre la luna se mostró la Imágen 1 y se evidencio el reconocimiento de huecos sobre la superficie. En otro sentido respecto a los diferentes grises se relacionaron con la profundidad de los huecos. Incluso se llegó a la afirmación de que lo que se evidenciaba eran estrellas en la superficie lunar. Finalmente cada estudiante construyo su propia luna en una hoja y dentro de las características observadas en los dibujo se evidenciaron características de la superficie, colores, se percibió la luna como redonda e incluso se dibujaron huecos tal como ellos mismos lo expresaron.

Se pudo evidenciar lo que se expresa [10, p. 9] “en los procesos constructivistas son propios de las funciones mentales en donde se da la asimilación de los conocimientos culturales”, las influencias que tiene el contexto cultural, social y familiar de desarrollo; donde son los que definen la forma como se apropiaran las primeras perspectivas de los conceptos.

Para que el proceso de enseñanza aprendizaje se desarrolle de manera coherente, y permita el desarrollo de habilidades mentales se requiere de que el individuo interactúe con sistemas que relacionen o evidencien el fenómeno tal como se expresa. Puede ser una prueba del conocimiento y la experiencia del niño, o de su desarrollo lingüístico, más que el estudio de un proceso intelectual en su verdadero sentido. En segundo lugar, este método concentrado en la palabra no tiene en cuenta la percepción y la elaboración mental del material sensorio que da nacimiento al concepto. Tanto el material sensorio como la palabra constituyen elementos indispensables de la formación del concepto [11, p. 255].

III. CONCLUSIONES

Cuando se indagó respecto al campo de la Astronomía, se evidenció que los conceptos estaban permeados por las concepciones culturales; respecto a la perspectiva científica de los mismos; lo que conllevó a deducir, dependiendo de lo que se enseñe en casa será la base para la apropiación de los futuros conceptos y a forma como se comprenderán los futuros conocimientos. El hecho de explicar conceptos por medio de ejemplos que no tienen relación directa, los conceptos se van transmitiendo de generación en generación con percepciones personales y culturales; en consecuencia, el concepto termina explicado lo que no es.

En cuanto al diseño de la estrategia según la ZDR; se diseñó una en la cual la interacción entre los estudiantes se haga expresa, en vista de que el socio-constructivismo subraya la interacción con el otro como parte fundamental del proceso de aprendizaje.

Así pues, se definió la estrategia relacionada con la Luna y particularmente con los cráteres lunares, en consecuencia de que es uno de los objetos astronómicos más cercanos y del cual no se evidenció certeza de lo que está conformado.

Por otro lado esta propuesta utilizará la interacción con objetos que ayuden a simular el terreno de la Luna, que sea la práctica el elemento central y por medio de esta práctica desarrollar habilidades de pensamiento científico, la habilidad de análisis.

REFERENCIAS

- [1] L. Vigotsky, «Interacción entre aprendizaje y desarrollo.» *e-uaem. espacio de formación multimodal*, pp. 123-140, 1979.
- [2] B. Carrera y C. Mazzarella, «Vygotsky: enfoque sociocultural,» *Educere*, vol. 5, pp. 41-44, 2001.
- [3] U. A. UNawe, «Educational Astronomy Project awarded grant of 1.9 Million Euros».
- [4] D. Galperin, A. Raviolo, L. Prieto y L. Señorans, «Análisis de imágenes presentes en textos de enseñanza primaria: día y noche y movimiento diario del Sol,» *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 26, pp. 121-129, 2014.
- [5] N. F. M. Hincapié y I. A. M. Cañón, «Diseño de un programa en Python para la enseñanza de la transferencia de órbita de Hohmann,» *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, vol. 39, pp. 81-102, 2016.
- [6] M. Ibáñez, M. A. Estrada Roca y I. Barbero Sola, «Herramientas virtuales de simulación en la enseñanza de la astronomía diurna en futuros maestros de Primaria,» *EDUTEC-Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 2017, num. 59, p. 1-14, 2017.
- [7] D. Corrochano, A. Gómez-Goncalves, J. Sevilla y S. Pampín-García, «Ideas de estudiantes de instituto y universidad acerca del significado y el origen de las mareas,» *Eurekasobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 14, nº 2, pp. 286-299, 2017.
- [8] S. L. Salvador, M. R. Pastrana, L. P. Villalba y others, «PROPUESTA DE UNA ASIGNATURA DE ASTRONOMÍA EN ENSEÑANZA SECUNDARIA,» *ATLANTE Cuadernos de Educación y Desarrollo*, vol. 17, nº 2, pp. 1-13, 2017.
- [9] A. M. Barrantes Clavijo y others, «Diseño De Un Ambiente Bimodal de Aprendizaje De La Astronomía,» Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 18 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://repositorios.ed.educacionbogota.edu.co/handle/001/2580>. [Último acceso: 15 Enero 2019].
- [10] M. Ledesma, «Análisis de la teoría de Vygotsky para la reconstrucción de la inteligencia social,» *Cuenca, Ecuador: Universidad Católica de Cuenca. Recuperado de <https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/127738/1/LIBRO-VYGOTSKY.pdf>*, 2014.
- [11] L. S. Vygotski, A. Kozulin y P. T. Abadía, *Pensamiento y lenguaje*, Paidós Barcelona, 1995.

Biografía. Autor 1: Edwin Andrés Quintero Salazar


Maestría/Magister Universidad Internacional de Valencia Maestría en Astronomía y Astrofísica. Maestría/Magister UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA Maestría en Instrumentación Física. Especialización FUNDACION UNIVERSITARIA DEL AREA ANDINA Especialización en Pedagogía para la Docencia Universitaria. Pregrado/Universitario UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES Ingeniería Electrónica.

Áreas de investigación: Ciencias Naturales. Ciencias Físicas Astronomía. Ingeniería y Tecnología Ingenierías Eléctrica, Electrónica e Informática Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Autor 2 Darwin Esau García Ramírez

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA Licenciado en matemáticas y física UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA Magister en enseñanza de la física en la Universidad Tecnológica de Pereira. Actualmente se desempeña como profesor catedrático en la universidad católica de Pereira.

Áreas de investigación: Enseñanza de la Astronomía. Didáctica de las ciencias. Enseñanza de la física.



DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE UN PÉNDULO FÍSICO PARA LA ENSEÑANZA DEL MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE EN UN SISTEMA CON UN GRADO DE LIBERTAD

Design, construction and systematization of a
physical pendulum for the teaching of simple
harmonic movement in a system with one
degree of freedom

M. Á. González¹, J. C. Mosquera² y I. Artamónova³

1 Universidad del Quindío. Programa de Física, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Armenia (Colombia);
ORCID: 0000-0002-9129-1637. magonzalez_1@uqvirtual.edu.co

2 Universidad del Quindío, Programa de Física, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Armenia (Colombia);
ORCID: 0000-0001-7874-0736. jcmosquera@uniquindio.edu.co

3 Universidad del Quindío, Programa de Física, Armenia (Colombia); ORCID: 0000-0003-4584-4832.
iartamonova@uniquindio.edu.co

RESUMEN

Este trabajo tiene por objeto el estudio y análisis experimental de un péndulo físico, utilizando tecnología micro controlada de la línea Arduino. El trabajo se realizó en la Universidad del Quindío – Armenia. Con la incorporación de dichos componentes al sistema mecánico se reduce el error asociado a la toma de datos por parte del estudiante, lo que a su vez permite enfocar más su atención en el desarrollo intuitivo y fenomenológico de la persona que desarrolla la práctica de laboratorio. Este montaje garantiza la reproducibilidad de una característica importante del péndulo en cada medida, es decir, mostrar la dependencia funcional del valor del periodo de oscilación con respecto a la distancia entre el punto de rotación y el centro de masa del sistema oscilante, e interpretarla correctamente a través de lo visto en la teoría. El proceso de diseño y construcción del sistema mecánico y el sistema DAQ, dieron lugar a los experimentos y la captura de datos y se desarrollaron utilizando un módulo acelerómetro y un módulo microSD respectivamente.

PALABRAS CLAVE

Arduino, interfaz gráfica del usuario GUI, oscilaciones, péndulo físico, transformada rápida de Fourier.

ABSTRACT

This work aims at the study and experimental analysis of a physical pendulum, using micro controlled technology of the Arduino line. The work was developed at the University of Quindío. With the incorporation of these components to the mechanical system, the error associated with the data collection by the student is reduced, this in turn allows to focus more attention on the intuitive and phenomenological development of the person who develops the laboratory practice. This assembly guarantees the reproducibility of an important characteristic of the pendulum in each measurement; which is, to show the functional dependence of the value of the oscillation period with respect to the distance between the point of rotation and the center of mass of the oscillating system and interpret it correctly through what is seen in the theory. The design and construction process of the mechanical system and the DAQ system, which gave rise to experiments and data capture, were developed using an accelerometer module and a micro-SD module respectively.

KEYWORDS

physical pendulum, Arduino, graphical user interface GUI, Fast Fourier Transforms, oscillations

I. INTRODUCCIÓN

Las prácticas de laboratorio son de vital importancia en la educación de los estudiantes de ciencias naturales [1], ya que constituyen un vínculo entre la teoría desarrollada en clase y los sistemas reales. A lo largo de las experiencias académicas se pueden identificar diferentes tipos de prácticas de laboratorio, como las que buscan desarrollar las destrezas del estudiante, y las prácticas que se enfocan en comprobar teorías y corroborarlas de manera experimental. Sin embargo, el objetivo central de una práctica de laboratorio es afianzar los conocimientos del estudiante, al tiempo que se fortalecen sus capacidades en la recolección y análisis de datos cuantitativos.

Algunas estaciones de trabajo de las prácticas de laboratorio usadas cotidianamente, no permiten realizar mediciones suficientemente confiables, es decir, mediciones con incertidumbres que permitan realizar comparaciones entre los supuestos de la teoría y los resultados obtenidos a través de la experimentación.

Adicionalmente, la mayoría de las estaciones de trabajo existentes en los centros educativos para el estudio de oscilaciones pendulares, son básicas y solo permiten la medición del periodo de oscilación con cierto grado de exactitud, suficiente como para extraer conclusiones confiables a nivel del modelo de oscilaciones armónicas.

Sin embargo, las oscilaciones pendulares reales no son armónicas, por el contrario, presentan una variación en la amplitud (por pérdida por fricción), y en consecuencia, una variación de la frecuencia de oscilación y de su amplitud, a medida que las oscilaciones mismas se amortiguan en el medio [2].

En la actualidad, la tendencia en muchas universidades es a reemplazar los laboratorios reales por los virtuales, como mencionan [3], pero el objetivo central de las prácticas de laboratorio se diluye en un nuevo tipo de trabajo teórico – idealizado, donde los factores que modifican el modelo matemático, como fricción, fuerzas disipativas y otras, han sido excluidos casi en su totalidad.

Por otra parte, a la ayuda del instrumentador físico en los últimos años han llegado aplicaciones electrónicas y mecánicas que permiten realizar experimentos clásicos y obtener datos reproducibles y confiables. En este artículo se muestra un sistema experimental para la enseñanza de las oscilaciones amortiguadas en un

sistema con un grado de libertad de fácil reproducción, de manera que pueda ser implementado por estudiantes y docentes de instituciones de educación media y superior.

El objetivo es estudiar oscilaciones pendulares reales en sistemas con un grado de libertad, sus principales conceptos, desde la idealización de movimiento armónico simple, hasta oscilaciones libres amortiguadas. Con este objetivo se diseñó un péndulo físico de baja fricción, y se instrumentó a partir de un módulo acelerómetro instalado sobre el eje de giro del péndulo, con el cual se medirán variaciones en la posición con respecto al tiempo, disminuyendo así los posibles errores en la adquisición de muestras temporales y angulares durante la realización de prácticas académicas [3].

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

El mundo está conformado por objetos que se mueven; sus movimientos pueden estar divididos en dos grupos: aquellos que se realizan en las inmediaciones de una posición de equilibrio y regresan a ese mismo estado, y aquellos que se trasladan de un lugar a otro. Un caso particular se asocia a aquellos movimientos repetitivos en torno a una misma posición, y que se denominan movimientos periódicos.

El estudio de los movimientos periódicos es importante en la generación de conceptos como periodo, frecuencia cíclica, frecuencia angular, velocidad angular y velocidad lineal y aceleración. Estos conceptos fundamentales son el primer estadio en la formación del concepto de onda, como el desplazamiento de una señal (no visible), que transporta energía y momentum, y que es la base de casi todos los fenómenos que permiten las interacciones en el mundo conocido.

Sin entrar en detalle de las deducciones, se plantea que las oscilaciones pendulares pueden ser descritas por una función $f(x,y,z,t)$, la cual representa magnitudes como la posición (lineal o angular), velocidades, aceleraciones, energía potencial, energía cinética, etc.

Un sistema que puede describirse a partir de un único parámetro dependiente del tiempo, se considera un sistema con un grado de libertad. Para el caso de un péndulo simple (Fig.1.), puede ser la variación angular que tiene la masa con respecto al tiempo $f(t)=\Phi(t)$

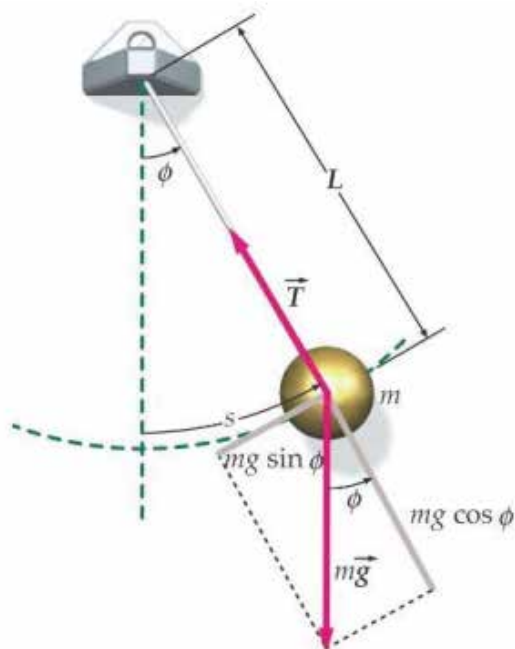


Fig. 1. Esquema de Péndulo simple.

Para este sistema, en ausencia de fuerzas disipativas, es posible introducir el concepto de movimiento armónico simple (MAS) descrito con una función a la cual se llama función armónica:

$$\Phi(t) = \Phi_0 \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad (1)$$

En este caso, el parámetro $\omega_0^2 = g/l$ – es una constante definida por los parámetros de construcción del sistema (l – longitud del péndulo y g – la aceleración de la gravedad) y Φ_0, φ – dos constantes que deben ser halladas de las condiciones iniciales. Los sistemas oscilatorios pueden presentar pérdidas energéticas por múltiples factores, por ejemplo, para sistemas mecánicos, fuerzas de fricción, fuerzas resistivas al moverse en presencia del aire y otros fluidos. Al estudiar sistemas reales se deben tener en cuenta estos factores y modelar sus oscilaciones como sistemas de oscilaciones amortiguadas.

$$\ddot{\Phi} + \frac{b}{m} \dot{\Phi} + \omega_0^2 \Phi = 0 \quad (2)$$

En este trabajo se consideran solo fuerzas resistivas linealmente proporcionales a la velocidad $R = -b\dot{\Phi}$, donde b – es un coeficiente de forma que depende también del tipo de fluido.

La solución de la ecuación (2) corresponde a oscilaciones amortiguadas que pueden ser escritas como:

$$\Phi(t) = \Phi_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega t + \varphi) \quad (3)$$

Donde $\gamma = b/2m$ y $\omega^2 = \omega_0^2 - \gamma^2$. Y el sistema tendrá una frecuencia propia de oscilaciones armónicas. Para un péndulo físico (cuerpo real oscilante), la frecuencia propia del sistema debe ser calculada a partir de la fórmula:

$$\omega_0^2 = \frac{mga}{I} \quad (4)$$

Donde a es la distancia desde el pivote al centro de masa del péndulo y I momento de inercia del cuerpo oscilante.

III. DESARROLLO EXPERIMENTAL

En el proceso de diseño del sistema experimental se tuvo en cuenta que los componentes, tanto electrónicos como físicos (péndulo), fueran de fácil adquisición en el mercado local; además, se consideró que no fuera reducido en tamaño del dispositivo, de tal forma que cualquier usuario lo pudiera reparar y, además modificar según su necesidad.

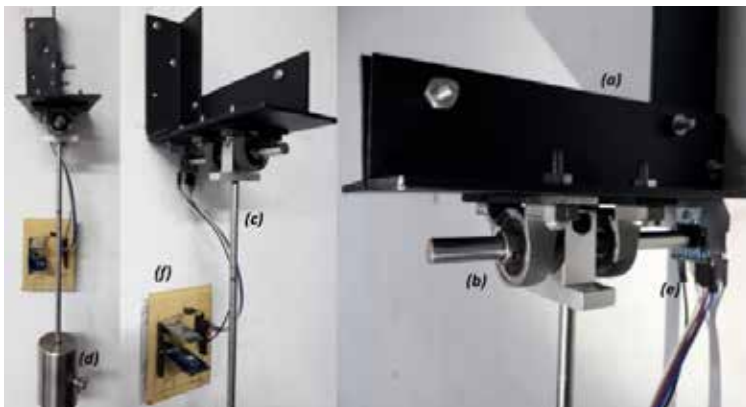


Fig. 2 Montaje Experimental real.

La parte mecánica del prototipo se muestra en la Fig. 2. y está compuesta por un soporte de aluminio (a) del cual se sujetan dos chumaceras (b), que sirven de soporte rodante, del que pende una varilla de acero inoxidable de 6.4 mm de diámetro y 0.85 metros de longitud (c) y una masa de 0.195 kg.

Una masa cilíndrica de 1.216 kg (d) puede ser adherida a lo largo de la varilla de manera tal que el momento de inercia del “cuerpo físico” se pueda variar. La varilla posee una serie de marcas que facilitan la medición del punto de anclaje de la plomada a la varilla. El dispositivo encargado de sensar los ángulos de inclinación del sistema oscilante (e) se encuentra sujeto del centro del punto de pivote del péndulo; y el montaje electrónico encargado de adquirir y procesar toda la información está conformado por el microcontrolador (Arduino-UNO) y el módulo micro-SD (f) [6].

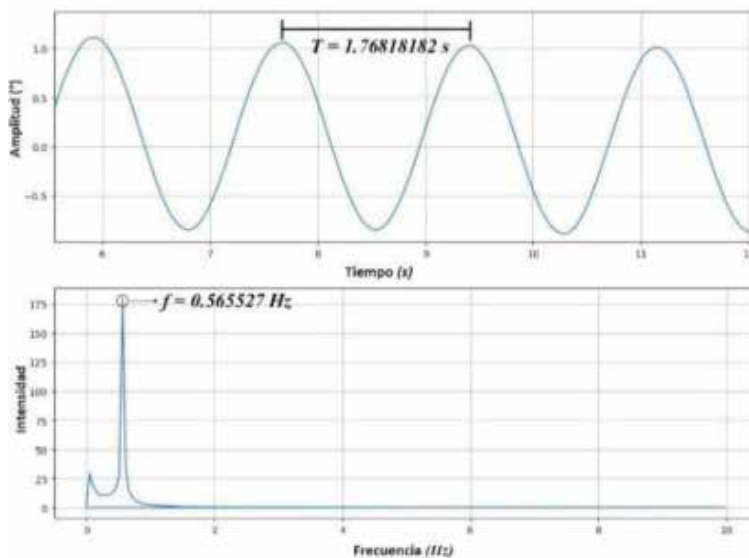


Fig. 3- Medida Inicial, longitud efectiva del péndulo 0.77m

Para el proceso de ensamblado y configuración del sistema, fue necesario instalar el programa de desarrollo Arduino 1.8.5, el cual se encarga de interpretar los datos obtenidos por módulo MPU- 6050 [6] y representarlos en el computador u otro dispositivo externo, como variaciones angulares con respecto al eje sobre el que se está realizando el movimiento de pivote del sistema oscilante. De manera simultánea, se desarrollaron dos programas en Python [4]-[7] para procesar datos y visualizar gráficos.

Los datos recibidos a través de conexión USB o puerto serial, son amplitudes en función del tiempo, es decir, mediciones de la posición del péndulo, registradas en intervalos de tiempo bien definidos (0.1 s), lo que conforma una serie de tiempos. Con esta información es necesario realizar las siguientes tareas:

- Graficar la posición como función del tiempo.
- Calcular el periodo de oscilación utilizando una transformada rápida de Fourier.

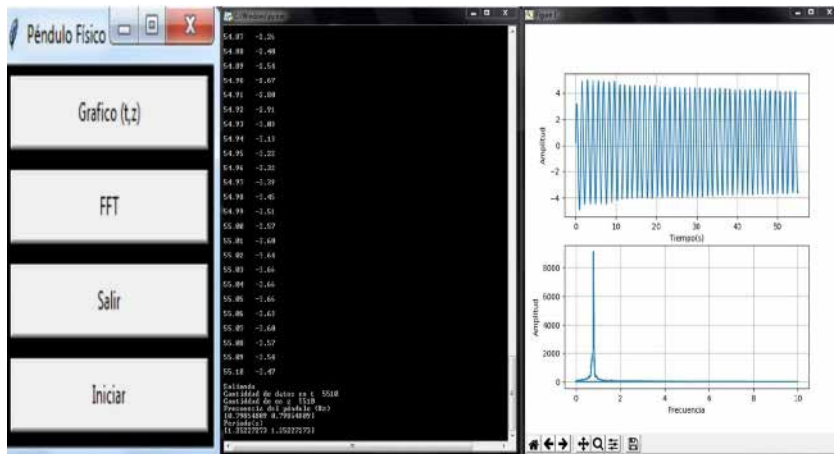


Fig. 4. Entorno de programación secundario (Python 3.7.1)

Para comprobar si el acople entre el dispositivo mecánico y electrónico funciona correctamente, se desarrollaron 4 pruebas (prácticas) diferentes, contemplando lo predicho en la teoría [1]- [4].

Con la medida inicial que se puede ver en la Fig. 4, se comprobó que el sistema oscilante describía un comportamiento amortiguado. Esta dinámica es propia de sistemas que disipan energía a través de un medio, para este caso, pueden ser por causa de fricción en las balineras y resistencia generada por el medio en que se encuentren.

A través de la interfaz gráfica, es posible extraer el periodo de oscilación, como se muestra en la Fig. 5. El sistema de adquisición basado en ARDUINO permite obtener mediciones de tiempos con precisión hasta con 8 cifras significativas, lo cual es un gran avance en la toma de datos de laboratorio.

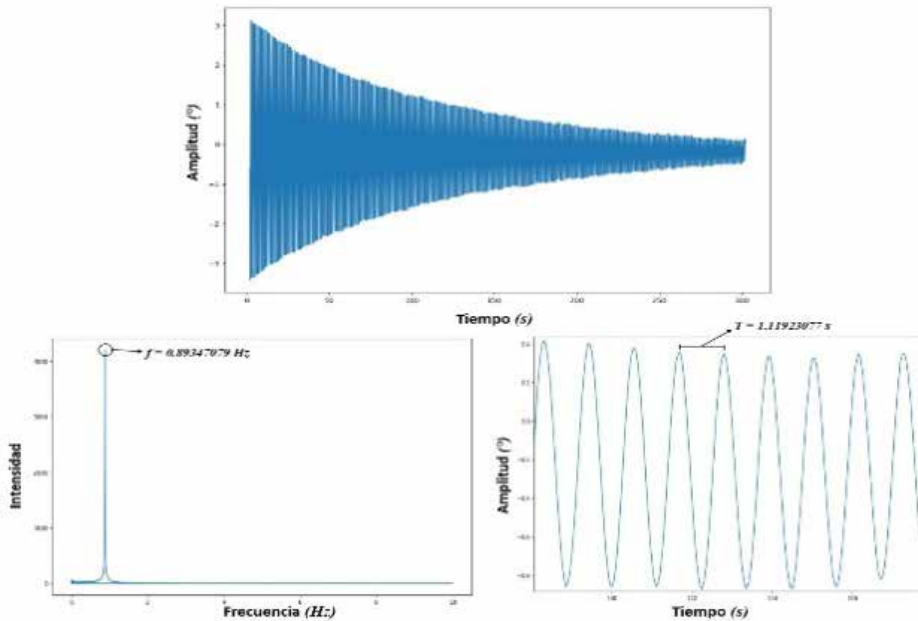


Fig. 5- Comportamiento amortiguado del sistema,
para un péndulo con una longitud de 0.26 m

La Fig. 5., muestra el comportamiento amortiguado del sistema. Este ejercicio permite al estudiante comprobar el comportamiento exponencial decadente de las oscilaciones libres en concordancia con la teoría y, a partir de las gráficas obtenidas directamente por el sistema, calcular parámetros como el decremento logarítmico, el coeficiente de amortiguamiento, y otros propios de las oscilaciones libres amortiguadas, incluidos estudios energéticos del sistema.

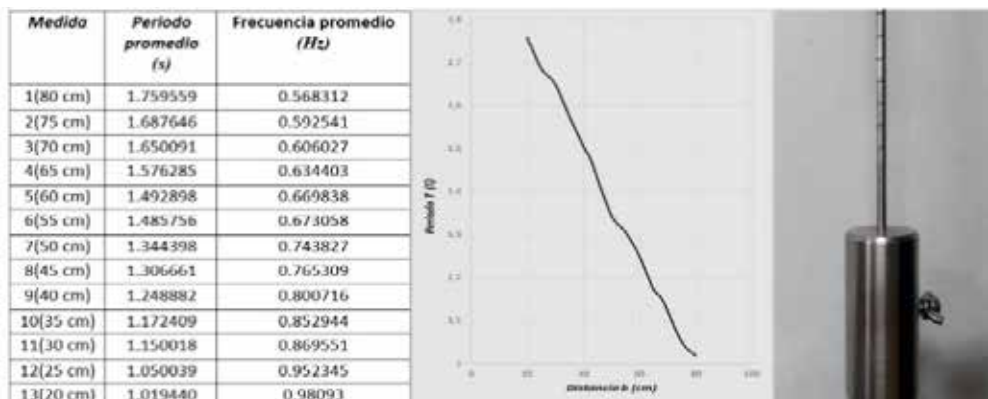


Fig. 6- Análisis estadístico.

El sistema permite verificar la veracidad de la fórmula (4) para la frecuencia propia del sistema de un péndulo físico, como función del momento de inercia (Fig. 6.).

El sistema propuesto admite ir más allá de las mediciones convencionales y estudiar sistemas con oscilaciones reales, donde la amplitud de oscilación no solo no es pequeña, sino que varía con el tiempo, lo que conlleva a considerar oscilaciones no armónicas donde la frecuencia de oscilación es función de la amplitud.

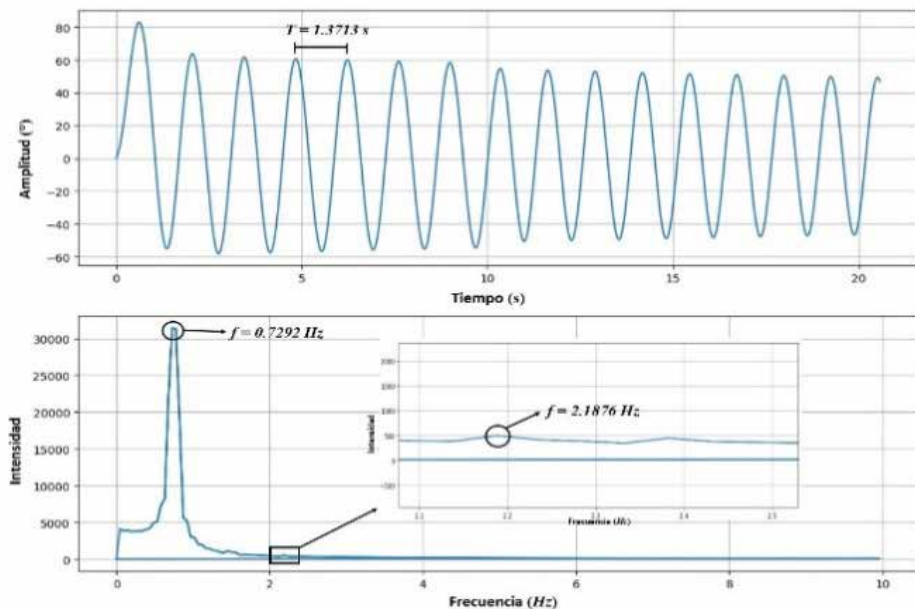


Fig. 7- Oscilaciones Anarmónicas.

La gráfica de la Fig. 7., muestra los resultados de oscilaciones realizadas con una amplitud inicial superior a 30° . El análisis por transformada rápida de Fourier muestra que en un sistema coexisten oscilaciones en la frecuencia fundamental ω_0 y oscilaciones en la frecuencia $3\omega_0$, comportamiento que describe un sistema anarmónico, el cual puede explicarse por la teoría vista en [1].

IV. CONCLUSIONES

En este trabajo se abordó el desafío de oscilaciones libres en un sistema con un grado de libertad. Para ello, se diseñó y construyó un sistema oscilante

utilizando dispositivos electrónicos de bajo costo, algo que sin duda es una mejor alternativa para la comunidad académica que solo dispone de laboratorios virtuales. Con este aporte se busca abrir una nueva línea de investigación en la instrumentación física, para que estudiantes y colegas promuevan este tipo de prácticas con base en el desarrollo de dispositivos elaborados con tecnología micro controlada de bajo costo.

1. Se estudió el funcionamiento de un sistema de adquisición de datos con un sistema Arduino y se adaptó para realizar medición de la posición angular de un péndulo en tiempo real.
2. Se implementó un procesamiento de datos a partir de la transformada rápida de Fourier con software libre Python, lo cual permite estudiar oscilaciones no armónicas como un aporte especial de este desarrollo.
3. Se implementó un sistema para el estudio de oscilaciones pendulares que permite no solo medir el periodo del péndulo en cada configuración, sino también estudiar el comportamiento energético del sistema oscilante.
4. Este trabajo ha dado inicio a una línea de investigación en instrumentación física y enseñanza de la física, a fin de dotar el laboratorio de física de la Universidad del Quindío, con sistemas de experimentación confiables, de bajo costo y con tecnologías micro controladas.

V. REFERENCIAS

- [1] J. C. Mosquera, P. A. Ruiz y A. Muñoz, “Oscilaciones y Ondas”, Armenia: Elizcom, 2008.
- [2] M. Samiullah, “Free Oscillations—One Degree of Freedom”, Oxford Scholarship, 2015 DOI:10.1093/acprof:oso/ 9780198729785.003.0002
- [3] H. Leyton-Vásquez, “Incorporación de simuladores en el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del tema movimiento oscilatorio desde la articulación de los conceptos físicos, el modelamiento matemático y sus aplicaciones”, III Encuentro internacional sobre la enseñanza de las ciencias exactas y naturales, pp. 197- 215, Universidad Católica de Pereira, 2015-2.
- [4] J. Pomares, “Manual de programación de Arduino”, Alicante, 2009.
- [5] M. Carrizo, “Fourier y el procesamiento digital de señales”, p. 1-4,

2014. Disponible en: <http://lcr.uns.edu.ar/fvc/NotasDeAplicacion/FVC-Martin%20Carrizo.pdf>
- [6] A. V. J. Castrillón, “Transformada rápida de Fourier y su aplicación en tratamiento de imágenes y audio”, p.1-5. Disponible en: https://www.academia.edu/11206213/Transformada_r%C3%A1pida_de_Fourier_y_su_aplicaci%C3%B3n_en_tratamiento_de_im%C3%A1genes_y_audio
- [7] J. M. Cruz y A. Lutemberg, “Introducción General a los Sistemas Embebidos”, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 2012.

VI. AUTORES

Miguel Ángel González Santiago

Licenciado en Física de la Universidad del Quindío 2019. ORCID: 0000-0002-9129-1637 Áreas de investigación: Instrumentación física, enseñanza de la física.

Julio César Mosquera Mosquera

PhD en Física de la Universidad Estatal de Moscú M.V. Lomonosov, en el año 2008. Docente de planta de la Universidad del Quindío desde el año 2008. Director del Programa de Física de la Universidad del Quindío en los años 2016-2018. Vinculado al grupo de investigación “Optoelectrónica” del Instituto Interdisciplinario de las Ciencias de la Universidad del Quindío, el cual se encuentra en categoría A en Colciencias. Par evaluador reconocido por Colciencias. Investigador Asociado (I) (con vigencia hasta 2019-12-05) - Convocatoria 781 de 2017. ORCID: 0000-0001-7874-0736 Áreas de investigación: Instrumentación física, enseñanza de la física, acusto - óptica, procesamiento de imágenes.

Irina Artamónova

PhD en Física Educativa del Instituto Politécnico Nacional de México en el año 2016. Docente de la Universidad del Quindío desde el año 2008. Directora del Programa de Física de la Universidad del Quindío en los años 2018-2019. ORCID: 0000-0003-4584-4832 Áreas de investigación: enseñanza de la física, estadística aplicada, investigación en educación



MOMENTO LINEAL E IMPULSO EN CONDICIONES DE LABORATORIO¹

Linear Momentum and Impulse
under laboratory conditions

D. Y. Risk², A. García³, S. Durango⁴ y P. C. Cárdenas⁵

1 El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto: “Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de Física Básica” con código 574-087. La entidad financiadora es la Universidad Autónoma de Manizales.

2 Universidad Autónoma de Manizales. CC 1094974096. Contacto: david.riskm@autonoma.edu.co

3 Universidad Autónoma de Manizales. CC 1053839289. Contacto: angelica.garciav@autonoma.edu.co

4 Universidad Autónoma de Manizales. CC 75084921. Cód. ORCID: 0000-0002-5475-1390. Contacto: sebastiandi@autonoma.edu.co

5 Universidad Autónoma de Manizales. CC 75098608. Cód. ORCID: 0000-0002-7546-5916. Contacto: pcardenasm@autonoma.edu.co

Resumen

En los cursos básicos de física se estudia el concepto de cantidad de movimiento lineal y su relación con el impulso. Los experimentos en los cuales se indagan estos conceptos y las cantidades relacionadas son escasos. Por otro lado, el uso de herramientas tecnológicas, como computadores y celulares en la realización de experimentos sencillos, es una tendencia actual en los procesos de enseñanza y aprendizaje, puesto que evidencia cierta apropiación tecnológica por parte de los estudiantes. En este trabajo se presenta un experimento que permite estudiar la cantidad de movimiento lineal y su relación con el impulso, para un cuerpo que se mueve en una dimensión en un riel de aire; el experimento es asistido por un celular y las curvas se obtienen por medio de análisis de video usando el software libre *Tracker*.

Palabras clave

Análisis de video, cantidad de movimiento lineal, enseñanza, impulso, Laboratorio de Física Mecánica.

Abstract

The fundamental concept of linear momentum and its relationship with impulse are studied in basic physics courses. Experiments with these concepts and related quantities are hard to find. The use of technological tools like computers and cellphones in simple experiments is an actual trend in teaching, given the fact that it shows technological appropriation from students. In this paper, an experiment is presented to study linear momentum and its relationship with impulse for a body moving in one dimension through an air-track, the experiment is accomplished with help of a cell-phone and the data analysis is done with the free-software *Tracker*.

Keywords

Impulse, Linear Momentum, Video Analysis, Basic Physics Laboratory, Teaching.

I. INTRODUCCIÓN

Cuando se presentan las ideas de caída libre en cursos básicos, es común encontrar situaciones en las cuales los estudiantes afirman que la velocidad con la que un cuerpo golpea el suelo es cero. De igual forma, cuando se lanza el cuerpo hacia arriba en la dirección vertical, los estudiantes no tienen claridad de cómo se relaciona el mecanismo que provee la velocidad del cuerpo con el movimiento que se va a estudiar.

Las ecuaciones del modelo de caída libre son válidas mientras el cuerpo se encuentra en presencia del campo gravitacional, y la velocidad inicial del cuerpo proviene de un agente externo a él, el cual realiza un impulso sobre el mismo, transmitiendo la velocidad inicial. Además, cuando el cuerpo golpea el suelo, hay un cambio instantáneo en la velocidad que no puede explicarse por la cinemática de la caída libre, ya que en ningún momento modela esta situación.

¿Es posible considerar el efecto del mecanismo que genera la velocidad inicial, o la colisión con el suelo del cuerpo en la situación anterior? La respuesta es sí, pero se requiere el uso de conceptos de física, que en general, exigen mayor profundización.

El momento lineal es fundamental en física y aparece en todas las áreas de esta ciencia, como mecánica clásica, mecánica relativista, mecánica cuántica, mecánica estadística, etc. [1]. De igual forma, el impulso es un cuantificador del efecto de una fuerza que actúa durante un intervalo de tiempo, y es de utilidad, no solo en física, sino también en ingeniería. Ambos conceptos están relacionados, como se mostrará más adelante.

Estas ideas permiten explicar situaciones en las cuales el cambio en la velocidad de un cuerpo es instantáneo, como, por ejemplo, el fenómeno del cuerpo que choca contra el suelo, o el lanzamiento de un cuerpo por la mano o un cañón para imprimirle cierta velocidad inicial, entre muchas otras situaciones que, en algunos casos, se reducen al problema de colisiones.

En adición a la presentación de estos contenidos en aula, los estudiantes apropian el conocimiento por medio de experimentación en el laboratorio. En general, los experimentos para medir el momento lineal son pocos, además, el impulso es

una cantidad para la cual no se diseñan experimentos, pese a su relación directa con el momento lineal.

De otro lado, en el diseño de prácticas de laboratorio hay una tendencia actual que tiene como objetivo que los estudiantes apropien o adopten algún tipo de tecnología que sea de su cotidianidad. Por ejemplo, es común encontrar experimentos en física en los cuales se usan los sensores del celular (distintos a la cámara) para obtener parámetros o verificar leyes de conservación [2] [5].

Asimismo, se reportan experimentos por medio de video obtenido directamente de las cámaras de los celulares inteligentes. Este tipo de estrategia en general, es soportada por algún software que permite realizar análisis de vídeo, por ejemplo, *Tracker*, que es libre y se puede instalar en cualquier sistema operativo [6]. Esta estrategia admite usar *Tracker* como soporte en cursos de astronomía, al estudiar trayectorias de cuerpos celestes [7]. También, en la determinación de parámetros como aceleraciones angulares para movimientos de cuerpos que se trasladan y rotan [8], entre otros.

Considerando el contexto anterior, en este trabajo se reporta el diseño de un montaje experimental sencillo para determinar el momento lineal, el impulso, y realizar algunas verificaciones teóricas en un movimiento unidimensional de un cuerpo. El video se logra por medio de un celular inteligente y los datos se obtienen de *Tracker*.

II. MARCO TEÓRICO

El momento lineal (\vec{p}), se define como el producto entre la masa de un cuerpo y su velocidad; esto implica que si dos cuerpos de masas diferentes se desplazan con la misma velocidad (\vec{v}), la cantidad de movimiento es mayor en magnitud para aquel cuerpo de mayor masa. Este concepto es una herramienta fundamental en el estudio de sistemas complejos, por ejemplo, aquellos que involucran flujo de masa o colisiones [9]. Matemáticamente se define como:

$$\vec{p} \equiv m\vec{v}. \quad (1)$$

Como ya se dijo, el momento lineal es una cantidad fundamental, ya que a partir de este se pueden derivar las leyes de Newton. Es claro que, a partir de la ecuación (1), se puede definir la fuerza como:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}, \quad (2)$$

Para el caso en el cual la masa de la partícula es constante, la ecuación (2) deriva directamente a la segunda ley de Newton en su versión más conocida: $\vec{F} = m\vec{a}$.

El impulso se define como el cambio de la cantidad de movimiento de un cuerpo, es decir:

$$\vec{I} \equiv \Delta\vec{p}, \quad (3)$$

Se nota que, según esta definición, el impulso es una cantidad vectorial. De igual forma, se obtiene el impulso al integrar la fuerza con respecto al tiempo en un cierto intervalo temporal durante el cual actúa dicha fuerza (se observa que hay una simetría interesante entre esta relación, y la definición de trabajo, que corresponde a la integral de línea de la fuerza a lo largo de un camino parametrizado).

$$\vec{I} = \int \vec{F} dt. \quad (4)$$

Cantidades físicas, como la energía, el impulso y la cantidad de movimiento, pueden resultar conceptos abstractos para los estudiantes, por lo tanto, las simulaciones, animaciones, o el análisis experimental por medio de vídeos sobresalen como una de las mejores herramientas para el estudio de dichos fenómenos [10].

III. METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo básica aplicada, de forma que al final se tendrá un diseño de una guía de laboratorio para determinar el impulso y cantidades relacionadas de un cuerpo, o cuerpos moviéndose en una dimensión. El enfoque de la investigación es cuantitativo y el alcance va desde lo descriptivo hasta lo explicativo, pues las teorías en las que se basa la investigación permitirán analizar y explicar los resultados obtenidos.

Los materiales usados para realizar el experimento son (algunos de estos elementos se identifican en la Fig. 1.):

1. Mecanismo de disparo: consiste en un electroimán que permite anclar un carro para riel de aire y disparados.
2. Riel de aire.
3. Carros para riel de aire.
4. Elementos adicionales para los carros (resortes, masas, banderas, etc.).
5. Fuente de voltaje.
6. Multímetro.
7. Trípode.
8. Tablero verificador de paralelismo.
9. Nivelador de burbuja.
10. Plomada.
11. Celular *smartphone*.

Los elementos (1-10) y sus respectivos manuales de uso [11] se pueden encontrar en el almacén del Laboratorio de Física de la Universidad Autónoma de Manizales.

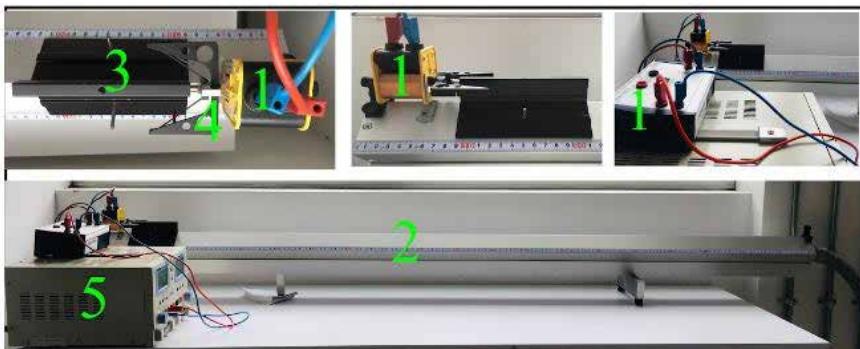


Fig. 1. Elementos relevantes del montaje experimental. Se muestran en detalle los elementos (1-5). Observar el detalle de 4 que corresponde al mecanismo de transmisión de impulso por medio del nivel de tensión en una banda elástica.

Con relación a la toma de vídeos para validar principios físicos, se desarrolló un protocolo para el registro de fenómenos cinemáticos contenidos en un plano [12], que corresponde a unos pasos sencillos de verificación de condiciones de luz y paralelismo para el movimiento y la cámara que registra el movimiento. El montaje se realiza de la siguiente forma:

1. Verificar que el riel de aire está nivelado con respecto al piso por medio de un nivelador de burbuja.
2. Activar el electroimán para anclar el carro que será impulsado por medio de una banda elástica (ver detalle en la Fig. 1, elemento 4).
3. Cortar el paso de corriente por el electroimán, de forma que el carro salga impulsado a lo largo del riel por efecto del impulso que provee la banda elástica.
4. Realizar el video de esta situación. Es muy importante que se realice desde el momento en el cual el carro tiene velocidad cero.
5. Realizar los procesos de análisis necesarios en *Tracker* para describir el movimiento observado y poder explicar el fenómeno físico que lo describe.

El video se realizó en el modo de cámara lenta de un *iPhone 6S plus*. La configuración del video es de 1080 píxeles a 120 cuadros por segundo.

IV. RESULTADOS

Los resultados que se reportan a continuación corresponden a un experimento en el cual se le suministra impulso al carro por medio de la banda elástica. Se definen tres niveles de tensión en la banda elástica (Tensión 1, Tensión 2 y Tensión 3), de forma que a cada masa se le aplica cada una de las tensiones. Las masas del carro se modificaron de la siguiente forma: $M1 = 0,2$ kg, $M2 = 0,4$ kg y $M3 = 0,6$ kg. Para cada valor de masa y tensión, se realizaron tres videos (para un total de 27 videos analizados). El resultado final reportado corresponde al promedio de los datos en cada caso. Todas las cantidades presentadas a continuación se encuentran en el S.I.

En la Fig. 2. se presenta el momento lineal, ecuación (1), en función del tiempo, para las tres masas y el mismo nivel de tensión (Tensión 1).

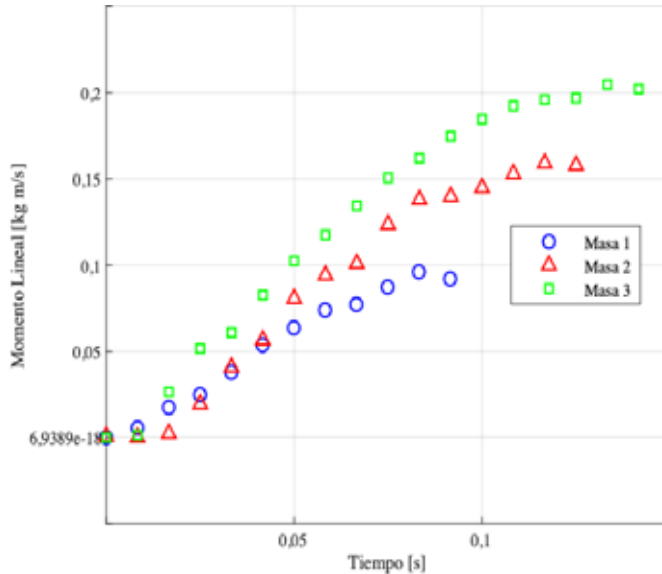


Fig. 2. Gráfica Momento Lineal - Tensión 1.

Cada masa parte del reposo y, por tanto, al inicio su momento es cero. A medida que la tensión sobre el carro se aplica, esta gana velocidad y, eventualmente, llega a un régimen de momento constante. Se evidencia que cada masa adquiere una cantidad de momento lineal diferente en el régimen de momento constante; en el caso de M1 es de 0,1 kg m/s, mientras que para M3 se tiene aproximadamente 0,2 kg m/s; el caso de M2 da un valor intermedio. Este régimen es el esperado teóricamente, ya que una vez que la banda elástica deja de actuar sobre el carro, justo en ese momento, no actúan fuerzas a lo largo del eje horizontal, de esta forma el momento lineal se conservará a partir de este instante.

En la Fig. 3 se presenta el momento lineal en función del tiempo para el nivel de tensión 3 para las mismas masas.

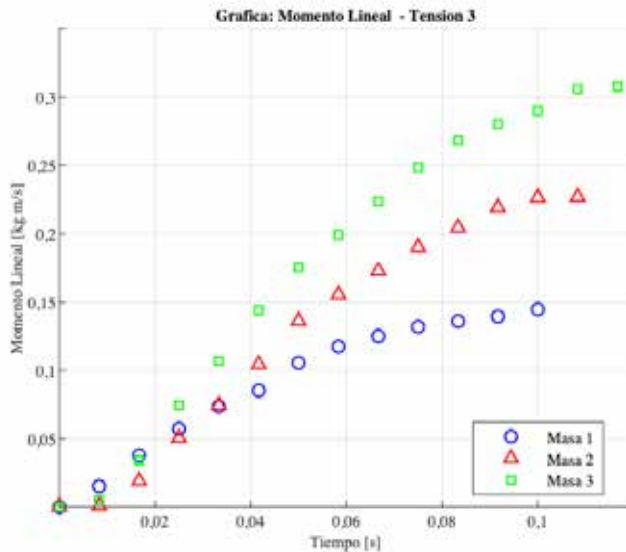


Fig. 3. Gráfica Momento Lineal - Tensión 3.

Se observa nuevamente que los cuerpos tienen momento inicial cero y llegan a un régimen de momento constante alrededor de 0,1s. En este caso, las masas alcanzan diferentes valores de momento lineal, sin embargo, son mayores al caso anterior. Así, el momento para M1 es aproximadamente 0,14 kg m/s, mientras que el momento para M3 es aproximadamente 0,3 kg m/s; por su parte, el momento para M2 arroja un valor intermedio.

Para el nivel de tensión 2 se presenta algo similar a lo evidenciado para los otros dos niveles de tensión, sin embargo, la gráfica no se reporta.

En la Tabla I se reporta el impulso calculado usando la ecuación (3). Se evidencia que el impulso varía para cada masa y nivel de tensión.

Tabla I. Impulso calculado según la ecuación (3).

	Impulso [kg m/s]		
	Tensión 1	Tensión 2	Tensión 3
M1	0,0974	0,1381	0,1312
M2	0,1721	0,2193	0,2406
M3	0,2133	0,2836	0,3166

V. CONCLUSIONES

Se diseñó una práctica que permite medir la cantidad de movimiento y relacionar dicha cantidad con el impulso que es suministrado a un carro desplazado en una dimensión sobre un riel de aire. El experimento se analizó por medio del software *Tracker* a través de un registro en video obtenido de un celular.

El análisis de movimiento evidenció que el cuerpo parte del reposo y mientras se aplica el impulso, hay un cambio de momento lineal hasta que alcanza un régimen de momento constante. De igual forma, a partir de las curvas de momento en función del tiempo se determinó el impulso suministrado (ver Tabla I).

Según las Fig. 2. y 3., el tiempo durante el cual actúa la fuerza es diferente para cada masa a un mismo nivel de tensión. En consecuencia, el impulso asociado a un mismo nivel de tensión varía, lo cual es evidente según la ecuación (4).

Finalmente, cabe resaltar que, para determinar el impulso usando la ecuación (4) y contrastar con los resultados reportados en la Tabla I, se construye la Fuerza en función del tiempo a partir de los datos de posición de *Tracker*. Conocida la fuerza y la ventana de tiempo en la cual la masa alcanza un régimen de velocidad constante, se realiza la integral.

REFERENCIAS

1. H. D. Young y R. A. Freedman, *Física Universitaria. Vol. 1*. Ed. 13. México, México D.F, Pearson, 2013.
2. R. A. Serway y J. W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers with modern Physics*. 9th Ed. Boston, MA. Brooks/Cole, 2014.
3. S. Staacks, S. Hütz, H. Heinke y C. Stamper, “Advanced tools for smartphone, based experiments: phyphox”. *Physics Education*, vol. 53, p. 045009, 2018.
4. S. A. Kapucu, “A simple experiment to measure the maximum coefficient of static friction with a smartphone”. *Physics Education*, vol. 53, p. 053006, 2018.

5. M. Braskén y R. Pörn, “Studying rotational dynamics with a smartphone accelerometer versus gyroscope”. *Physics Education*, vol. 52, p. 045024, 2017.
6. T. Pierratos y H. Polatoglou, “Study of the conservation of mechanical energy in the motion of a pendulum using a smartphone”. *Physics Education*, vol. 53, 015021, 2017.
7. Tracker. Video Analysis and Modelling Tool (2019). [Computer Software]. Obtenido de: <https://blog.apastyle.org/apastyle/2015/01/how-to-cite-software-in-apa-style.html>.
8. M. Belloni y C. Wolfgang, “Teaching astronomy using tracker”, *The Physics Teacher*, vol. 51, p. 149, 2013.
9. E. Prima, N. Mawaddah, N. Winarno and W. Sriwulan, *Kinematics investigations of cylinders rolling down a ramp using tracker*. AIP Conference Proceedings 1708, 070010, 2016.
10. D. Kleppner y R. Kolenkow, *An introduction to Mechanics*. 2nd Ed. United Kingdom. Cambridge University, 2014.
11. D. Brown y A. Cox, “Innovative uses of video analysis”, *The physics Teacher*, vol. 47, p. 145, 2009.
12. Airtrack Operational Manual. Referencias 1950.00, 1950.10. Ed. 13.
13. S. Valencia, S. Idárraga, J. Guzmán y P. Cárdenas, *Protocolo para el registro de video de fenómenos cinemáticos contenidos en un plano*. 2019, no publicado.

Autor 1: David Yamil Risk Mora

Estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma de Manizales. Pertenece al grupo de investigación de Física y Matemáticas del departamento de Física y Matemáticas de la Universidad Autónoma de Manizales. Actualmente cursa sexto semestre. Pertenece al grupo de investigación ARCHYTAS del mismo departamento.

Áreas de investigación: Didáctica de la Física. Modelado de sistemas físicos en ingeniería. Computación en MATLAB.

Autor 2: Angélica García Vélez

Estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma de Manizales. Pertenece al grupo de investigación de Física y Matemáticas del departamento de Física y Matemáticas de la Universidad Autónoma de Manizales. Actualmente cursa octavo semestre. Pertenece al grupo de investigación ARCHYTAS del mismo departamento.

Áreas de investigación: Didáctica de la Física. Modelado de sistemas físicos en ingeniería.

Autor 3: Sebastián Durango Idárraga

Doctorado en Ingeniería de la Universidad EAFIT. Magíster en Sistemas Automáticos de Producción de la Universidad Tecnológica de Pereira. Ingeniero Mecánico y de Manufactura Flexible de la Universidad Autónoma de Manizales. Actualmente se desempeña como profesor adscrito al departamento de Mecánica y Producción de la Universidad Autónoma de Manizales.



IMPACTO ACADÉMICO A PARTIR DEL CAPIF

Academic impact from CAPIF

A. Henao¹, C. Acosta² y D. Ospina³

1 Universidad Tecnológica de Pereira, danielahr@utp.edu.co

2 Universidad Tecnológica de Pereira, carolina.acosta@utp.edu.co

3 Universidad Tecnológica de Pereira, d.ospina@utp.edu.co

Resumen

A lo largo de la formación académica de un ingeniero físico, se evidencia poco interés de los estudiantes para participar en actividades extracurriculares, situación que reduce sus oportunidades de adquirir una visión más general del mundo y del perfil profesional de un ingeniero físico. Por esta razón, el Capítulo Pereira de Ingeniería Física (CAPIF), busca fortalecer los espacios de interacción de los estudiantes, con el fin de que lleguen a una mejor apropiación de los conocimientos, con la ayuda de colegas de diferentes semestres.

Palabras clave

Capítulo, estudiantes, física.

Abstract

Throughout the academic training of a physics engineer the students have shown little involvement in extracurricular obstructing the program to gain a global vision and preventing their professional profile from being known. Therefore, the Pereira Chapter of Physical Engineering (CAPIF) seeks to strengthen these spaces of student interaction, which allows them to better appropriate knowledge in aid of colleagues from different semesters.

Keywords

Chapter, Physics, Students.

I. INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Física, dentro de su maya curricular, incluye una gran cantidad de asignaturas que son consideradas dentro de las ciencias exactas, y se identifica que hay una inclinación por las ciencias básicas, en especial por la física, curiosidad por la experimentación y la física aplicada. Por tal motivo, desde un grupo de estudiantes nace la idea de crear el primer Capítulo de Ingeniería Física del país, avalado por la Sociedad Colombiana de Ingeniería Física, cuya tarea consiste en fortalecer la visualización colectiva del programa académico, los conocimientos y las aptitudes de los estudiantes.

Estos procesos se han llevado a cabo mediante el desarrollo de actividades lúdico-académicas que buscan impactar de forma positiva el crecimiento académico, tanto de los estudiantes a quienes van dirigidas, como de quienes lideran la actividad.

Entre las actividades que desarrolla el CAPIF están: el Simposio Anual de Estudiantes de Ingeniería Física, el Día del Ingeniero Físico, y la Semana de Ingeniería Física, además de actividades extracurriculares que se programan semestralmente, como en el transcurso del semestre 2019-1, con actividades académicas, como: el curso “Descubramos el Spin sin morir en el intento”, “Programación, diseño y control con Arduino”, “Introducción al diseño gráfico utilizando Inkscape”.

Estas actividades buscan incentivar la participación activa de los futuros Ingenieros Físicos en espacios extracurriculares, teniendo en cuenta que la formación profesional es integral, y que con ello se busca que los participantes se involucren en la construcción de este proceso de aprendizaje.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

El Primer Simposio de Estudiantes tuvo lugar en la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), en el primer semestre del año 2017, con la primera egresada del programa de Ingeniería Física a nivel nacional, y un egresado de la primera corte de Ingeniería Física de la UTP, como invitados especiales.

El simposio contó con la participación de profesores, estudiantes y personas externas interesadas en las investigaciones que se venían llevando a cabo por parte de los estudiantes, con una participación de cerca de 200 personas durante los dos días en que se desarrolló el evento.

El Segundo Simposio de Estudiantes (2018-I) tuvo como temática principal el día de la luz, además de contar con invitados internacionales como el PhD Jaime Andrés Pérez Tabora, PhD Ángela María Guzmán, PhD William T. Rhodes y PhD Sepideh Abolghasem. En él participaron alrededor de 300 personas.

El Tercer Simposio se llevó a cabo en el semestre 2019-I, con la temática del primer premio Nobel entregado a una ingeniera física, y con la participación de cerca de 250 personas.



Fig. 1. Primer Simposio de Estudiantes de Ingeniería Física.



Fig. 2. Segundo Simposio de Estudiantes de Ingeniería Física.

Como se mencionó antes, también se realizaron mini cursos con el fin de fortalecer algunas de las habilidades que como Ingenieros Físicos se deben poseer, orientado hacia dos líneas principales: la física teórica con el curso *Descubriendo el Spin sin morir en el intento*, curso que se basó en la fundamentación matemática y física necesaria para demostrar el Spin como una propiedad física de las partículas fundamentales de la naturaleza; la otra línea fue la de electrónica con el curso *Programación, diseño y control con Arduino*, cuyo objetivo consistió en capacitar a los interesados en el manejo del lenguaje de programación y la lógica del funcionamiento de dicho controlador electrónico. Además, el curso de *Introducción al diseño gráfico utilizando Inkscape*, se realizó con el fin de proporcionar las herramientas suficientes para el manejo de este software de diseño.



Fig. 3. Asistentes minicursos.

Dentro de las actividades desarrolladas por el CAPIF, se identifican, además, cine foros, con la intención de cambiar la perspectiva que se tiene en general de la física y poder contar con diferentes puntos de vista en ciertos campos de esta y de la matemática.

Los cursos, cine foros y demás actividades académicas llevadas a cabo por el Capítulo, se basan en la teoría del aprendizaje de Bruner [1], la cual establece un estilo de aprendizaje basado en la observación y en la experimentación, y que a partir de allí se puedan sacar conclusiones para aprender mejor los conceptos. También menciona la necesidad de contar con los espacios adecuados, ya que, según Vygotsky [2], los entornos son vitales en el proceso de apropiación del conocimiento.

Tras el desarrollo de las actividades se realizaron encuestas de satisfacción que entregaran una mejor perspectiva, tanto cualitativa como cuantitativamente, de la satisfacción de las personas con los cursos ofrecidos y con el modelo de enseñanza implementado. Los resultados refieren una satisfacción positiva del 85% con el conocimiento adquirido, y del 75% para el modelo de enseñanza empleado.

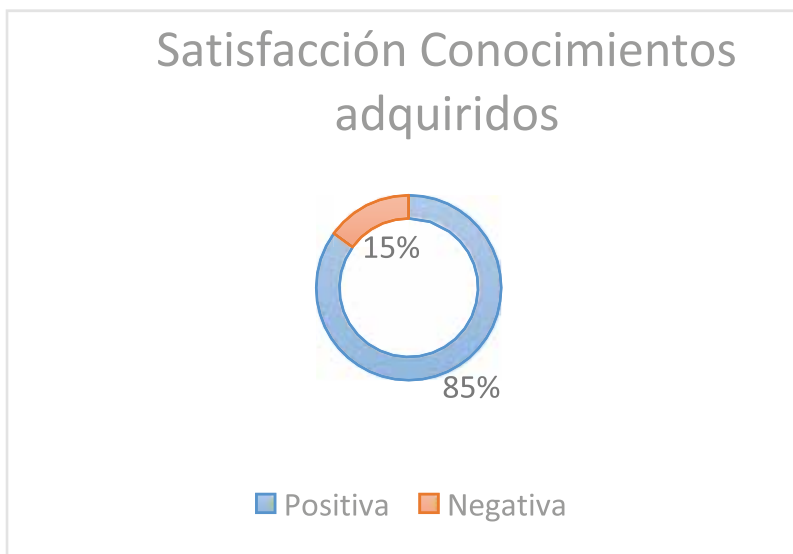


Fig. 4. Datos de satisfacción de los conocimientos adquiridos.

Las poblaciones evaluadas son muy pocas, pues el curso con mayor participación contó con un total de 18 participantes. Se espera implementar estrategias para ampliar la participación en los cursos que se desarrollarán durante el año 2020. A futuro, se espera poder continuar con el desarrollo de estas y demás actividades, con el propósito de impactar, no solo a los estudiantes universitarios; se espera llegar a la comunidad en general con más actividades, como los experimentos que actualmente se están desarrollando.



Fig. 5. Presentación de experimentos a estudiantes de nuevo ingreso de ingeniería física.

III. CONCLUSIÓN

Los resultados de las labores que promueve el CAPIF señalan que se debe seguir promoviendo la participación de los estudiantes en las diferentes actividades, aunque se ha conseguido aumentar el número de asistentes. También, el capítulo ha aumentado el número de actividades dirigidas a fortalecer el aprendizaje de la física, y se han consolidado convenios con otras instituciones educativas para tal fin.

Como se explicó antes, por lo pequeños que han sido los grupos que participaron en los cursos mencionados, no es posible sacar conclusiones definitivas con respecto a la satisfacción, pero a priori es evidente que tanto el método como los conocimientos adquiridos muestran una mayoría satisfecha. El capítulo tiene claro que es necesaria la participación de más estudiantes para fortalecer los

conocimientos en física y promover el desarrollo del saber científico, así como para poder evaluar el grado de satisfacción que generan las actividades que realiza.

REFERENCIAS

- [1] Frabboni, R. *El libro de la pedagogía y la didáctica I: la educación*. Madrid: Editorial popular, 2001.
- [2] Murphy, C., Scantlebury, K. & Milne, C. *Using Vygotsky's zone of proximal development to propose and test an explanatory model for conceptualising coteaching in pre-service science teacher education*. Asia-Pacific

Autor 1: Astrid Daniela Henao Ruso

Ingeniera Física de la Universidad Tecnológica de Pereira. Estudiante de la Maestría en Instrumentación Física, de la Universidad Tecnológica de Pereira. Investigadora en proyecto de Colciencias, Universidad Tecnológica de Pereira.

Áreas de investigación: Astronomía, Astrofísica, Instrumentación, Física y divulgación.

Autor 2: Carolina Acosta Delgado


Estudiante de Ingeniería Física con motivación por la física, de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Áreas de investigación: Enseñanza y divulgación de la física.

Autor 3: Daniel Stiven Ospina Ospina

Estudiante de Ingeniería Física con motivación por las ciencias exactas, de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Áreas de investigación: Matemática aplicada, Física Teórica, Física Computacional y divulgación.



IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL ESTUDIO DE OSCILACIONES ACOPLADAS

Implementation of an automated system for
the study of coupled oscillations

E. O. Espinel¹, J. C. Mosquera²

¹ Universidad del Quindío. Programa de Física, Armenia (Colombia); ORCID: 0000-0001-7707-1147.
Contacto: eoespinelm@uqvirtual.edu.co

² Universidad del Quindío. Instituto interdisciplinario de las ciencias, Armenia (Colombia); ORCID: 0000-0001-7874-0736. Contacto: jcmosquera@uniquindio.edu.co

Resumen

Este proyecto consistió en la automatización de la adquisición de datos de un sistema de péndulos acoplados con un resorte. La toma de datos se realizó por medio de una tarjeta Arduino-uno, a la cual se le ajustaron dos acelerómetros MPU-6050. Los códigos se desarrollaron en los softwares libres Arduino y Python, siendo este último de gran utilidad para el análisis de algunas medidas. Con este sistema automatizado no solo es posible la medición de los modos normales de oscilación, las frecuencias de las pulsaciones y las frecuencias de los sistemas parciales, sino también el estudio de oscilaciones amortiguadas y, por lo tanto, la realización de un estudio energético de sistemas mecánicos acoplados. Se desarrolló una guía básica de laboratorio con el objetivo de facilitar el uso del sistema y permitir la implementación de diferentes prácticas de laboratorio que desarrollan los docentes en conjunto con los estudiantes. Una interfase gráfica desarrollada en Python acompaña la implementación del sistema de adquisición de datos y facilita el procesamiento de los mismos, al permitir, entre otras, la presentación gráfica de los resultados y el cálculo de la transformada Fourier de la serie de tiempos que es obtenida de una medición realizada.

Palabras clave

Arduino, acelerómetro, laboratorios de física, modos normales de oscilación, transformada rápida de Fourier.

Abstract

This project consisted of automating the acquisition of data from a pendulum system coupled with a spring. The data was collected using an Arduino-one card and to which two MPU-6050 accelerometers were adjusted. The codes were developed in the free software Arduino and Python, the latter being very useful for the analysis of some measures. With this automated data collection system, it is not only possible to measure normal oscillation modes, pulsation frequencies and frequencies of partial systems, but also the study of damped oscillations and, therefore, it is possible to perform an energetical study of coupled mechanical systems. A basic laboratory guide was developed with the objective of facilitating the use of the system and allowing the implementation of different laboratory practices developed by teachers in conjunction with students.

A graphical interface developed in Python accompanies the implementation of the data acquisition system and facilitates the processing of the data by allowing,

among others, the graphical presentation of the results and the calculation of the Fourier transform of the time series that is obtained from the measurements.

Keywords

physics laboratories, Arduino, accelerometer, normal oscillation modes, fast Fourier transform

I. INTRODUCCIÓN

Las prácticas de laboratorio son parte fundamental en la formación de los estudiantes de ciencias, porque constituyen un vínculo entre la teoría estudiada en clase y los sistemas reales. Hay diferentes tipos de prácticas de laboratorio, como aquellos que buscan desarrollar destrezas y habilidades en el estudiante, o experimentos que pretenden corroborar y evidenciar teorías; también están los que permiten calcular constantes, pero en general, el objetivo fundamental es didáctico: se trata de prácticas didácticas más que científicas.

Estas prácticas didácticas pueden tener un carácter cualitativo o cuantitativo, dependiendo del enfoque que se busque, siendo la precisión en la recolección de datos de primordial importancia dentro de las prácticas cuantitativas, por lo cual los estudiantes deben incursionar en la teoría y práctica de las incertidumbres correspondientes a todo experimento.

Sabiendo que la precisión es importante en las prácticas de laboratorio, los errores que se presentan en la adquisición de datos dificultan inferir relaciones matemáticas descritas por leyes: las formas funcionales que se encuentran en el experimento pueden no corresponder a lo descrito en la teoría, las constantes que se calculan del experimento posiblemente no coincidan con las reportadas, por lo cual es posible que se complique el proceso del estudiante para inferir nuevo conocimiento con base en la práctica.

Algunos aspectos que influyen en la correcta realización de un experimento son de carácter instrumental, tales como la alta estabilidad y resistencia al desgaste de los materiales utilizados, la sensibilidad y respuesta de los sensores, la eliminación de ruido a través de filtros o diseño experimental, entre muchas otras consideraciones que permitirán al estudiante recorrer, de una manera eficiente, este proceso de aprendizaje [1] [3].

Asimismo, la instrumentación en un experimento es fundamental para obtener datos fiables, reproducibles, con un porcentaje de error conocido, con control de parámetros.

En este trabajo se propone diseñar y montar una práctica de laboratorio de dos péndulos acoplados [4] [5], en donde se miden, mediante un acelerómetro instalado en cada péndulo, las variaciones en la posición.

Este instrumento registra tres coordenadas y mediante el software que se diseñó, se pueden obtener los valores de los ángulos en función del tiempo, se calculan las frecuencias propias del sistema y se estudian las propiedades de disipación de la energía contenida en el sistema. El experimento, su diseño, el software y los cálculos están definidos para pequeños ángulos de oscilación, pero es posible usarlo para casos de ángulos mayores donde el sistema deja de ser lineal.

El estudio de sistemas oscilatorios con dos grados de libertad puede realizarse a partir de un sistema de dos péndulos físicos acoplados, como el que se muestra en la Fig. 1.

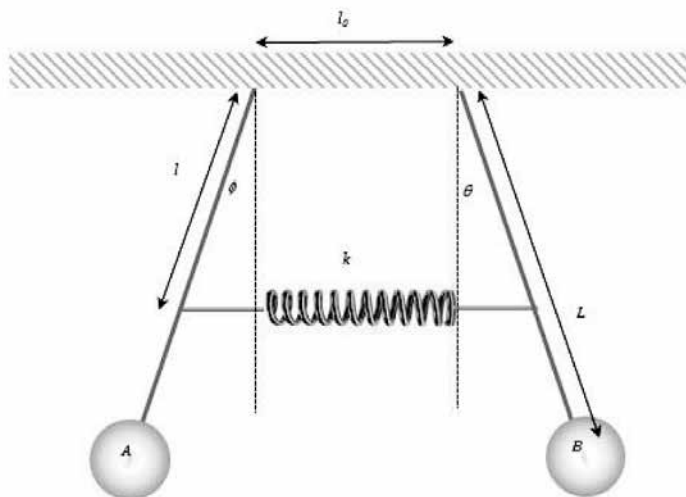


Fig. 1. Montaje esquemático del sistema de péndulos acoplados.

Cada péndulo está compuesto de una barra delgada de longitud L , que puede girar libremente en un plano. Sujeta a uno de sus extremos se halla una masa m . Un resorte de longitud l_0 y constante de elasticidad k conecta los péndulos a una distancia l medida desde el centro de giro de cada péndulo, como se observa en la Fig. 1.

La descripción de la posición de cada masa en función del tiempo se puede realizar en un sistema de coordenadas polares, introduciendo los ángulos $\theta(t)$ y $\varphi(t)$, medidos respecto a la vertical. En este trabajo se considerará que los ángulos son pequeños, de forma tal que es posible considerar que $\sin \theta \approx \theta$ y $\cos \theta \approx 1$.

De igual manera, se puede analizar el sistema de la Fig. 1. de forma energética, mediante el formalismo de Lagrange, de tal modo que se puedan obtener las siguientes ecuaciones acopladas:

$$mL^2\ddot{\theta} - kl^2(\varphi - \theta) + mgL \sin \theta = 0 \quad (1)$$

$$mL^2\ddot{\varphi} + kl^2(\varphi - \theta) + mgL \sin \varphi = 0 \quad (2)$$

Las ecuaciones (1) y (2) describen cómo se comporta el sistema. Si se trata con un sistema real, aparecerá un término adicional en estas ecuaciones, el cual hace referencia al amortiguamiento del sistema, de tal modo que:

$$mL^2\ddot{\theta} - kl^2(\varphi - \theta) + mgL \sin \theta + \epsilon_\theta = 0 \quad (3)$$

$$mL^2\ddot{\varphi} + kl^2(\varphi - \theta) + mgL \sin \varphi + \epsilon_\varphi = 0 \quad (4)$$

Realizando las consideraciones pertinentes para poder desacoplar las ecuaciones (3) y (4), se pueden obtener las siguientes funciones:

$$\theta(t) = e^{\epsilon t} \cos(\omega_1 t) \cos(\omega_2 t) \quad (5)$$

$$\varphi(t) = e^{\epsilon t} \sin(\omega_1 t) \cos(\omega_2 t) \quad (6)$$

Las ecuaciones (5) y (6) representan el comportamiento del sistema de forma desacoplada en función de las frecuencias ω_1 , que representa la forma en

la cual oscila el péndulo descrito por la función y ω_2 , que describe cómo se transfiere la energía de dicho péndulo al otro.

Para poder llevar a cabo el desacople de las ecuaciones (3) y (4), se deben utilizar unas coordenadas nuevas que se conocen como coordenadas normales, que dejan introducir el concepto de modo normal de oscilación, importante dentro de la física referente a los sistemas acoplados.

Un sistema con dos grados de libertad posee dos modos normales de oscilación, fase y contrafase, que aportan al movimiento del sistema, razón por la cual la forma en que oscilan los péndulos puede ser analizada con base en estos modos normales.

Dicho de otro modo, es como si cada grado de libertad aportara una cierta energía al sistema para que pueda presentar un movimiento, donde este aporte se describe por el modo normal de oscilación y la frecuencia normal correspondiente a él.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se montó el sistema formado por una barra horizontal soportada por ambos extremos; en esta barra se ubicaron dos rieles móviles, de los cuales se sostiene cada uno de los péndulos, que se acoplaron por medio de un resorte.

Cada péndulo se construyó con una varilla de acero, cuya masa se acopla a la varilla mediante un tornillo, de tal modo que esta se pueda mover en dicha varilla para así variar la longitud del péndulo. Cada péndulo se unió al eje horizontal por medio de una balinera para evitar al máximo la fricción y, a su vez, se adaptó paralelo al eje de giro de estas, con el fin de evitar los errores correspondientes a la variación de las coordenadas no medidas, los sensores mpu6050.

De forma paralela, se programó la lectura de los acelerómetros mpu6050 en lenguaje C, directamente en el software de Arduino [6] [9]. Dichos acelerómetros se ubicaron lo más cercano posible al eje de giro de cada uno de los péndulos, para poder obtener medidas más precisas. Luego se conectaron los acelerómetros a un Arduino-uno que ya tiene cargado el código, microcontrolador encargado de dirigir los procesos.

Sumado a lo anterior, se diseñó un aplicativo en el software Python 3.7.1, con el cual se busca controlar las medidas del sistema, realizar gráficas con los datos adquiridos y una transformada rápida de Fourier, que permita determinar las frecuencias de la medida y confirmar si esa fue la correcta.

El sistema admite grabar los datos con un módulo micro-SD en dos archivos con formato *.txt, en los cuales se escriben los valores del ángulo de apertura de cada uno de los péndulos y el tiempo correspondiente a cada uno de estos valores.

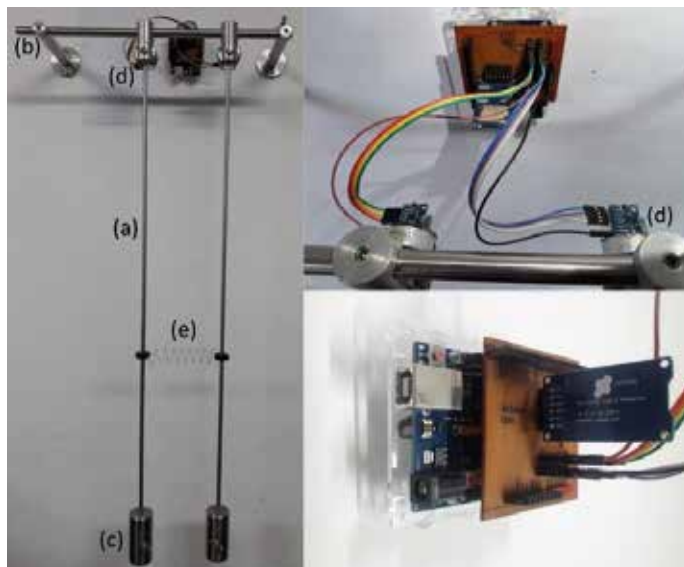


Fig. 2. Fotografía del sistema real.

El montaje experimental que se muestra en la Fig. 2., se desarrolló en el laboratorio de Acusto - óptica del Instituto Interdisciplinario de las Ciencias. Dos barras de acero inoxidable de diámetro 6.4 mm y longitud 0.800m (a), se suspendieron de un único soporte (b), como se muestra en la Fig. 1. En el extremo de cada barra se colocó una masa cilíndrica de 0.800 kg (c) que puede ser desplazada a lo largo de cada varilla, a fin de contar con diferentes disposiciones de los sistemas parciales que conforman la estación experimental.

Los módulos IMU se colocaron en los ejes de giro de cada péndulo (d), cuidando de que quedaran centrados a fin de garantizar una medición correcta del ángulo de inclinación de cada péndulo. Estos módulos IMU se conectaron al Arduino

a través de un circuito implementado en una tarjeta. El acople de los péndulos se realizó con un resorte (e) de 15 cm de longitud, aproximadamente. Toda la programación de los sensores se ambientó en el software propio de Arduino.

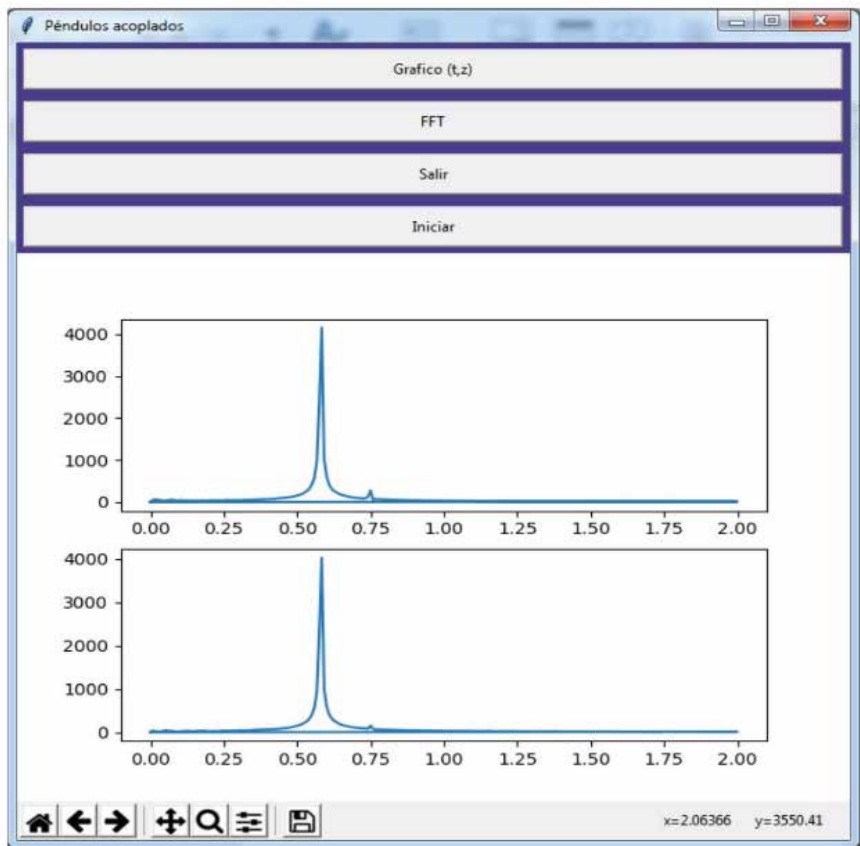


Fig. 3. Aplicación del Python.

Se decidió crear una aplicación en el software Python 3.7.1, la cual se muestra en la Fig. 3., que realiza el control del experimento, captura a través del Arduino los datos y luego procede a realizar el respectivo análisis de datos, que incluye:

- a) Gráfica del ángulo de los péndulos en función del tiempo.
- b) Las frecuencias del sistema mediante una transformada rápida de Fourier.
- c) Las frecuencias normales para cada modo de oscilación. d) La frecuencia de pulsación γ , e) El coeficiente de amortiguamiento.

Es de anotar que actualmente, la tendencia en muchas universidades es reemplazar los laboratorios reales por los virtuales, como lo menciona [10]. Esto posiblemente sucede por el interés de reducir los costos de funcionamiento de los programas académicos, sin embargo, en este artículo se muestra cómo se desarrolló un sistema experimental real de muy bajo costo para el estudio de un sistema de oscilaciones acopladas con dos grados de libertad.

Desarrollo experimental

El resorte de acople se fijó a una distancia de 0.47 m desde el centro de giro. Para el desarrollo de la práctica aquí presentada, la masa se colocó en el extremo de la varilla. Los cálculos indican que la longitud efectiva del péndulo, en este caso, es de 0.77 m.

Como un primer ejercicio se realizaron mediciones para las configuraciones en fase y en contra fase. Luego se repitieron las mediciones para una longitud efectiva del péndulo de 0.722 m. Las gráficas y su correspondiente transformada de Fourier se muestran en las Fig. 4. y 6.

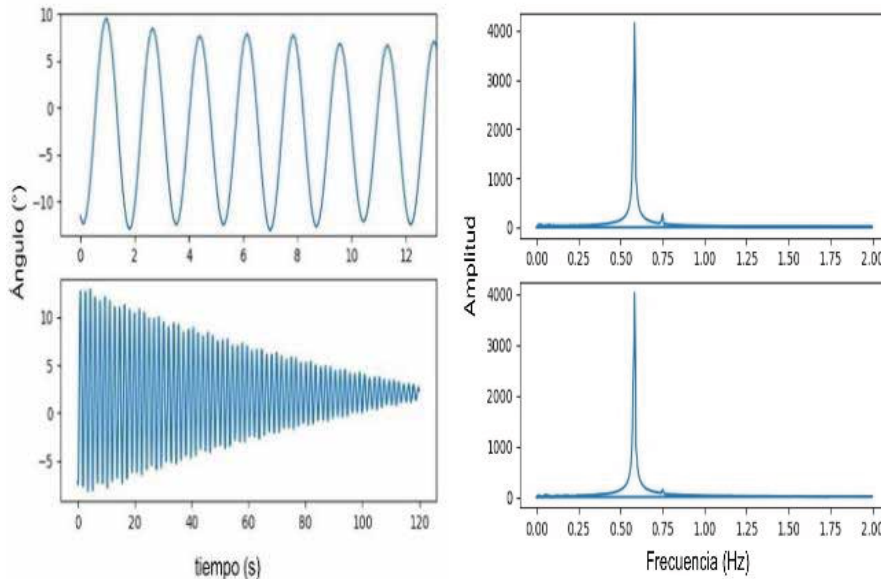


Fig. 4. Medida 1. Configuración en fase.

En la Fig. 4 se observa la gráfica de la posición angular para dos intervalos diferentes de tiempo. También se puede ver la gráfica de la transformada de Fourier, la cual, al aparecer un solo pico de tamaño no despreciable, confirma que se ha logrado un movimiento que tiene contribución de solamente un modo normal de oscilación.

Todas las medidas y gráficas se realizaron con la aplicación desarrollada. Para el caso de la medida de la Fig. 4., la frecuencia que calculó el sistema fue de 0.58309038 Hz.

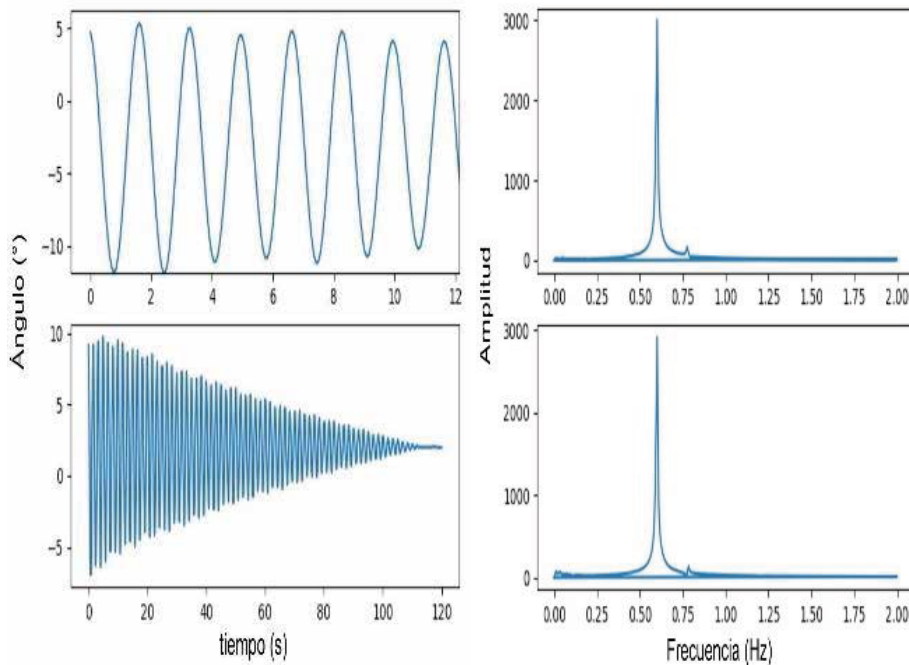


Fig. 5. Medida 2. Configuración en fase.

En la Fig. 5. se observa un comportamiento igual que en el de la Fig. 3., para la gráfica de la posición angular en función del tiempo. Del sistema se pudo obtener que la frecuencia para esta medida fue de 0.59975010 Hz, lo cual implica que hubo un aumento en la frecuencia fundamental del modo normal de oscilación, situación que ya era predecible, pues la teoría explica que la frecuencia del sistema será inversamente proporcional a la longitud del péndulo.

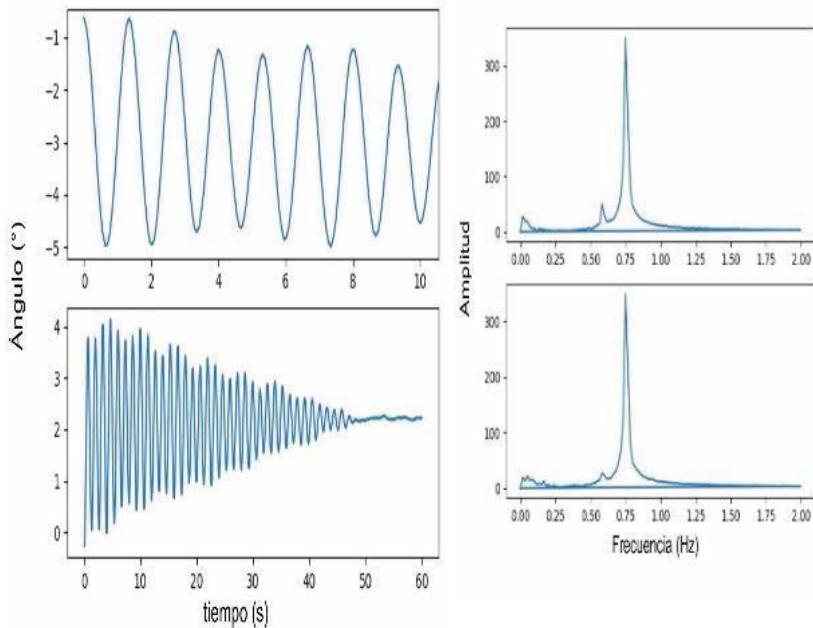


Fig. 6. Medida 1. Configuración contra fase.

La frecuencia obtenida para la medida 1 de la configuración en contrafase fue de 0.78255078 Hz. En la Fig. 6. se ve que el tiempo requerido para que el sistema disipe la energía es inferior a los 50 segundos, lo cual implica un aumento considerable en la velocidad que disipó la energía del sistema en esta medida, en comparación con las medidas en fase. Este hecho también lo explica la teoría, ya que esta predice que los modos normales de oscilación con mayor frecuencia disiparán energía más rápido.

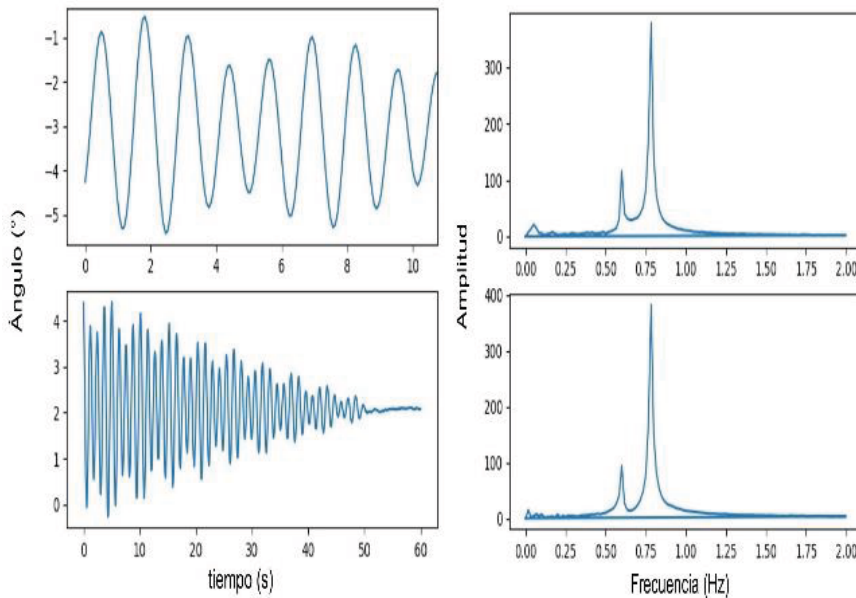


Fig. 7. Medida 2. Configuración contra fase.

Las gráficas de la posición angular en función del tiempo mostradas en la Fig. 7., parecieran hacer ver que el sistema tiene un comportamiento de cierto modo pulsado, es decir, que tiene contribución de no solamente un modo normal de oscilación. Este hecho lo confirma la gráfica de la transformada de Fourier, que muestra un segundo pico de tamaño nada despreciable, lo cual implica que, efectivamente, el sistema posee una contribución de ambos modos normales de oscilación (fase y contrafase).

Como un segundo ejercicio, se retiró un péndulo de su posición de equilibrio y luego se liberó desde el reposo. De esta manera, se excitaron en el sistema simultáneamente los dos modos de oscilación, lo que conlleva a que cada péndulo describa oscilaciones pulsantes, como se muestra en la Fig. 8.

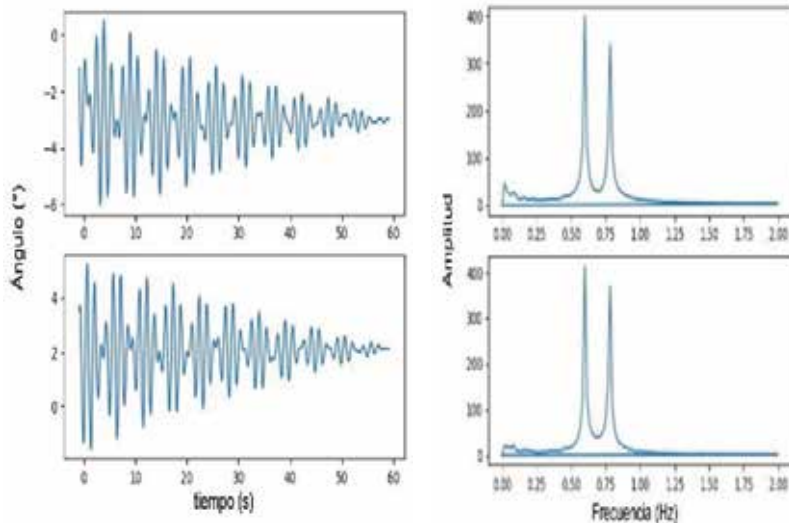


Fig. 8. Medida 1. Configuración en pulsaciones.

Es importante notar que la gráfica de la transformada de Fourier muestra dos picos de similar tamaño, lo cual confirma que se logró obtener un movimiento pulsado, donde se da la contribución casi por igual de los dos modos normales de oscilación. Para esta configuración, se pudo calcular un factor de calidad promedio de 273. También las frecuencias propias fueron 0.59940060 Hz.

III. CONCLUSIONES

Se construyó un sistema de péndulos acoplados que posee un factor de calidad de 273.504. Este valor es bueno, teniendo en cuenta la cantidad de medidas que puede realizar este sistema en el tiempo que dura oscilando.

Asimismo, se diseñó la instrumentación, a un costo económico muy bajo, de un montaje que permite el análisis, paso a paso, del comportamiento del sistema, puesto que mide el ángulo en función del tiempo, lo cual es indispensable para cálculos como el del coeficiente de amortiguamiento, y guarda los datos medidos en un archivo.

Se desarrolló un aplicativo en el software computacional Python, que permite controlar el tiempo que se desea medir y realizar la gráfica del ángulo medido en función del tiempo. Además, se puede realizar la transformada de Fourier

de la última medida del ángulo en función del tiempo, y brinda los valores en frecuencia (frecuencias normales del sistema) de los máximos de amplitud, para determinar los modos de oscilación.

REFERENCIAS

- [1] D. L. V. Sánchez, “Los tipos de trabajo práctico experimental como herramientas para mejorar las prácticas”, *PPDQ Boletín*, p. 48, 2011.
- [2] E. J. C. Madera y T. A. Vizoso, “Clasificación de las prácticas de laboratorio de Física”, *Pedagogía Universitaria*, vol. 6 no. 2, 2001.
- [3] E. A. Espinosa-Ríos, K. D. González-López y L. T. Hernández-Ramírez, “Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar”, *Entramado*, vol. 12, no. 1, pp.266-281, 2016.
- [4] J. C. Mosquera-Mosquera, P. A. Ruiz-Ochoa y L. A Muñoz, “Oscilaciones y Ondas”. Edi Elizcon, Armenia 2008.
- [5] A. Guerrero, “Péndulos acoplados mecánica clásica”, 2013. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/164641249/Pendulos-acoplados>.
- [6] L. Llamas, “Cómo usar un acelerómetro en nuestros proyectos de Arduino.” (2018, septiembre 25). [Online]. Disponible en: <https://www.luisllamas.es/como-usar-un-acelerometro-arduino/>.
- [7] L. Llamas, “Cómo usar un giroscopio en nuestros proyectos de Arduino”. (2018, septiembre 25). [Online]. Disponible en: <https://www.luisllamas.es/como-usar-un-giroscopio-arduino/>.
- [8] Tr4nsduc7or. “Tutorial de Arduino y MPU-6050.” (2018, noviembre 11). [Online]. Aavailable: <https://robologs.net/2014/10/15/tutorial-de-arduino-y-mpu-6050/>.

- [9] H. E. Leyton, “Incorporación de simuladores en el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del tema movimiento oscilatorio desde la articulación de los conceptos físicos, el modelamiento matemático y sus aplicaciones”. Tercer Encuentro Internacional sobre la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Católica de Pereira, 2015, pp. 197 - 215

Edwin Orlando Espinel Munévar

Egresado de Programa de Física de la Universidad del Quindío 2019. ORCID: 0000-0001-7707-1147


Áreas de investigación: Instrumentación física, enseñanza de la física.

Julio César Mosquera Mosquera

PhD en Física de la Universidad Estatal de Moscú M.V.

Lomonosov en el año 2008. Docente de planta de la Universidad del Quindío desde el año 2008. Director de Programa de Física de la Universidad del Quindío en los años 2016-2018. Vinculado al grupo de investigación “Optoelectrónica” del Instituto Interdisciplinario de las Ciencias de la Universidad del Quindío, el cual se encuentra en categoría A en Colciencias. Par evaluador reconocido por Colciencias. Investigador Asociado (I) (con vigencia hasta 2019-12-05) - Convocatoria 781 de 2017. ORCID: 0000-0001-7874-0736

Áreas de investigación: Instrumentación física, enseñanza de la física, acusto - óptica, procesamiento de imágenes.

A hand holding a futuristic, silver and black robotic device. The background is a digital interface with various charts and data points. A bar chart on the right shows percentages: 100%, 80%, 70%, and 60%. There are also circular gauges and other data visualizations. The overall theme is technology and data.

**Integración de
las ciencias y la
tecnología como
tendencia educativa**

**Temática:
Enseñanza y aprendizaje
de la química y la biología**



NARRAR LA CIENCIA: COMPETENCIAS NARRATIVAS Y CIENTÍFICAS CREATIVAS¹

Narrating Science: creative
narrative and scientific skills

Ospina-Ospina, Daniel²
Tamayo-Alzate, Oscar³

-
- 1 Este artículo es un producto parcial de la Tesis Doctoral: Narrar la Ciencia, para el Aprendizaje de la Ciencia Escolar
 - 2 SEM Dosquebradas – Universidad Católica de Pereira; <https://orcid.org/0000-0001-8781-7504>, profedanielospina@gmail.com
 - 3 Universidad de Caldas – Director de Tesis; <https://orcid.org/0000-0002-6080-8496>, oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

Resumen

La presente propuesta, es producto parcial de la investigación denominada: Narrar la Ciencia para el Aprendizaje de la Ciencia Escolar, que pretende dar indicios sobre las relaciones que se pueden presentar entre la competencia narrativa y la competencia científica de los estudiantes. Para este ejercicio, desde la creatividad y la argumentación respectivamente. La investigación se desarrolla en un grupo de secundaria de una institución educativa pública del municipio de Dosquebradas (Risaralda-Colombia), se fundamenta en un paradigma cualitativo, empleando el estudio de caso como metodología de investigación. Se muestran en estos relatos situaciones que representan dilemas morales, aspectos que humanizan la ciencia, pero en su mayoría integraron la ciencia como palabras aisladas, fue quizás la competencia científica la menos evidente.

Palabras clave

Narrativas de ciencia; Competencia científica; Competencia narrativa; Creatividad; Argumentación

Abstract

The present proposal is a partial product of the research called: Narrating Science for the Learning of School Science, which aims to give indications about the relationships that may arise between the narrative competence and the scientific competence of the students. For this exercise, from creativity and argumentation respectively. The research is developed in a secondary group of a public educational institution of the municipality of Dosquebradas (Risaralda-Colombia), is based on the qualitative paradigm, using the case study as a research methodology. These stories show situations that represent moral dilemmas, aspects that humanize science, but mostly integrated science as isolated words, was perhaps the least obvious scientific competence.

Keywords

Science narratives; Scientific competence; Narrative competence; Creativity; Argumentation

I. INTRODUCCIÓN

La narración es una forma de pensamiento mediante la cual se expresa una visión del mundo, en esta se cuentan historias o relatos de la vida, siempre ligados a una epistemología subjetiva de quien la escribe. Para Revel-Chion, Adúriz-Bravo & Meinardi “dentro de los dispositivos disponibles para favorecer la comprensión de los modelos científicos y dar sentido con ellos a los hechos del mundo, se encuentra la presentación de los contenidos escolares bajo la forma de relatos” [1] esto convierte a las narrativas de ciencia en un buen instrumento de enseñanza y aprendizaje, haciendo que “las relaciones narrativas del relato se emparejan con las relaciones conceptuales que deben comprenderse, haciéndolas fácilmente memorizables y recuperables” [2]

Esta investigación simpatiza con la definición de creatividad de Guilford [3] para el cual implica huir de lo obvio, lo seguro y lo previsible, produciendo algo que resulte novedoso; esto puede verse estimulado desde las múltiples opciones de expansión de la narrativa inicial (el guiso fantasmagórico), así como el uso del formato narrativo para incluir cuestiones de ciencia. Para este mismo autor, la creatividad y la inteligencia son cualidades diferentes, además de ser una propiedad compartida por todos en mayor o menor grado.

Teniendo claro que el instrumento de recolección de información son las expansiones narrativas, que, de manera colectiva y escrita construyeron los estudiantes expandiendo el relato del “guiso fantasmagórico”. Se acudirá a los modelos argumentativos de Van Dijk para el análisis de la información recolectada. Para Van Dijk [4] un texto argumentativo va más allá de premisas y conclusión, este texto que tiene como finalidad convencer, puede incluir también justificación, especificaciones de tiempo y lugar, así como las circunstancias en que esta argumentación se produce.

El objetivo general de la investigación es comprender las relaciones que se presentan entre la construcción de narrativas de ciencia y el aprendizaje de la ciencia escolar, el específico para este ejercicio es explorar los aspectos que, desde la generación de narrativas de ciencia, demuestran la creatividad narrativa y argumentación en dominio específico de los estudiantes.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

La unidad de trabajo de esta investigación comprende a los 36 estudiantes del grado décimo de una institución pública del municipio de Dosquebradas; 19 mujeres y 17 hombre con edades que oscilan entre los 15 y 17 años. El criterio de selección fue intencionado.

Las unidades de análisis corresponden a las categorías construcción de narrativas de ciencia (competencia narrativa) y el aprendizaje de la ciencia escolar (competencia científica). Como ya se expresó, las diferentes relaciones que emergen entre la elaboración de relatos de ciencia por parte del estudiante y su comprensión de la ciencia escolar o viceversa. Para este ejercicio previo se analizó la competencia narrativa desde la creatividad y la competencia científica desde el pensamiento crítico, específicamente la argumentación.

Técnicas e instrumentos de recolección: Para identificar y comprender estas relaciones entre las categorías principales de investigación, se obtendrá información cualitativa a partir del análisis de contenido, donde las Narrativas de Ciencia son el instrumento central de la investigación, que se obtendrá de los relatos que construyan los estudiantes.

Resultados

El relato que se utiliza como detonante de expansión es el “Guiso Fantasmagórico” escrito por el Dr Agustín Adúriz-Bravo (<http://planlectura.educ.ar/wp-content/uploads/2015/12/El-guiso-fantasmag%C3%B3rico-Agust%C3%ADn-Ad%C3%BAriz-Bravo.pdf>). Esta se trabajó con los estudiantes, los cuales debían escribir nuevas narrativas de ciencia que se desprenden del relato original: extender la historia, contar que sucedió previamente, que ocurre paralelamente en otro espacio, ampliar la vida de algún personaje, entre otros. El ejercicio que se propuso a los estudiantes consistía en escribir una historia en la que demuestren sus conocimientos generales de ciencia, pero en concordancia con el relato inicial. La creatividad, además de demostrarse en el reto de fundir el formato narrativo con lo descriptivo de la ciencia, se evidenció en el momento de elegir una ruta de expansión desde el relato inicial.

Desde lo primero, la mayoría de estudiantes logro construir un relato en el que claramente se muestra un inicio, un nudo y un desenlace. Aunque es evidente que

construyeron historias, estas parecen más anecdóticos que envuelven sutilmente a los científicos que narrativas que involucran conocimientos de ciencia. Se destaca los dilemas morales que se presentan, la intención de la ciencia por solucionar problemas o aportar positivamente a la sociedad. En otras palabras, con creatividad, se humanizó la ciencia, se presentaron los sucesos como hechos humanos, con debilidades y errores, con buen uso o inadecuado de la ciencia, con un científico que siente, se enamora, posee familia y rectifica su camino.

Lo anterior, basados en Sutton [5], estimula que la ciencia trascienda su función meramente descriptiva, neutra, desligada de los seres humanos y se convierta en instrumento que ponga a prueba ideas, imagine modelos e interprete situaciones. Esto brindará una visión de ciencia dinámica, permitiendo entender el mundo de otras maneras, una ciencia de humanos y para humanos.

La creatividad desde la expansión del relato inicial del Guiso Fantasmagórico, permitió imaginar la niñez del protagonista, extender la historia, contar sucesos paralelos, incluir nuevos personajes adaptable a la historia inicial, generar nuevas relaciones entre los personajes originales, así como argumentar con sus palabras el porqué de la situación central de la historia.

Esta consiste en que el protagonista, un científico de la época (De Hevesy) que trabaja con material radiactivo, hizo uso de sus conocimientos para desenmascarar a la dueña de la pensión donde vivía y la cual reutiliza las sobras de los comensales en la preparación de alimentos del día siguiente. Los relatos de la mayoría de estudiantes buscaron argumentar dos aspectos: ¿Por qué y/o cómo la dueña de la pensión les brindo como comida las sobras del día anterior? y ¿Qué sucedía detrás del experimento que el protagonista utilizó para desenmascarar a la dueña de la pensión?, situaciones que emergieron de manera natural. Basados en los resultados de estos dos puntos se mostrará el análisis desde la argumentación, como componente de la competencia científica, y su relación con la creatividad, como componente de la competencia narrativa, basados en las propuestas de Van Dijk [6] y Weston [7] (ver tabla 1).

La creatividad expresada por los grupos de trabajo se ve reflejada en la capacidad de incorporar nuevos personajes que se adapten a la historia original y que fortalezcan la nueva narración. La expansión sobre qué sucede finalmente con la dueña de la pensión y los detalles de cómo es desenmascarada por De Hevesy

se presenta en varias de ellas. También se destaca la ampliación de la vida del protagonista tanto antes, después o durante la historia original.

En varios apartados se plasma la crudeza y violencia de los relatos creados: “indignados decidieron asesinarla y dársela de comida a unos cocodrilos”; “abrió la bolsa y estaba De Hevesy , picado en trosos finos, mezclados con arroz”; “al parecer esta disfrutaba con el dolor de el, continuó lastimandolo media hora más hasta perder la consciencia”; “había pensado en vengarse lanzándole ácido sulfúrico”. Pero al mismo tiempo se muestra la bondad de una persona: “al este ver la situación de De Hevesy este decidio ayudarlo, lo llevo a su casa le acomodo un cuarto y le permitio vivir allí”; “se dio cuenta de que De Hevesy era un buen amigo...y en ese momento su deseo de venganza desvaneció”. Lo anterior coincide con el contexto colombiano, entre violentos y buenas personas, en palabras de Espinosa [8] en Colombia se “evidencia la incalculable capacidad de hacer daño y la enorme capacidad de resistencia de una sociedad”.

Este pensar que se relata en las narrativas demuestra como narrar es un acto intencionado mediado por las experiencias del contexto, se expresa no solo que se aprende, también se le da sentido a la realidad. Para Bruner [9] las narrativas están constituidos por episodios humanos que se suceden en el tiempo, los cuales terminan por modelar nuestra percepción del mundo y se relacionan directamente con las creencias que asumamos de la realidad.

Vale la pena destacar la creatividad, ligada a una expansión de la imaginación más allá de la realidad, tanto de la historia original, la ciencia y el contexto. Este se muestra en apartes de los relatos donde la química y/o la biología se entrelazan, quizás de forma no muy coherente, con la ciencia ficción: “pudo crear un medicamento para todo dolor que se genere en el cuerpo humano”; “la dueña no era humana sino que era un robot”; “empezo a experimentar y despues de un tiempo logro volver a darle vida al sujeto”; “al haber utilizado los alimentos habia quedado con un aspecto paresido al de una “papa””.

Relacionando directamente la construcción de la narrativa de ciencia generada por los estudiantes con el tipo de argumento generado en la misma, se presentan basados en la propuesta de Weston [7]:

Tabla 1 Micro-estructura de Van Dijk y narrativa de ciencia

Tipo de Estructura	Coherencia - estructura / relación con la ciencia
Micro- Estructura	<p>Narrativa 1: relato coherente, con inicio, nudo y final / No hay inclusión alguna de ciencia</p> <p>Narrativa 2: relato coherente, con inicio, nudo y final / No hay inclusión alguna de ciencia</p> <p>Narrativa 3: relato poco coherente, con inicio, nudo y final / Se incluyen algunos términos aislados relacionados con la ciencia</p> <p>Narrativa 4: relato coherente, pero sin claridad en las partes de una historia / Hay una inclusión, al final, de una ciencia fantástica (medicamento que alivia todos los dolores)</p> <p>Narrativa 5: relato poco coherente y sin claridad en las partes de una historia / Se intentan incluir varios aspectos de ciencia, pero de manera incoherente.</p> <p>Narrativa 6: relato coherente, con inicio, nudo y final / Hay una tímida inclusión de ciencia, se destaca el lado humano que presentan de un científico.</p> <p>Narrativa 7: relato coherente, con inicio, nudo y final / Se intentan incluir varios aspectos de ciencia, pero no coincide con la realidad.</p> <p>Narrativa 8: relato coherente y con inicio, nudo y final / Se intentan incluir un aspecto importante, pero mezcla la realidad de la ciencia con la ciencia ficción.</p>

Se debe resaltar el agrado y la mínima tensión que género en el aula la construcción colectiva de las narrativas de ciencia. Esto debería verse reflejado en los argumentos expresados dentro del relato, pues como lo expone Jiménez-Aleixandre et al, [10] un clima favorable favorece la construcción de argumentos, facilitando el trabajo colaborativo, así como la expresión y defensa de sus opiniones. La posibilidad de hacer uso de su imaginación permitió ese clima necesario, generándose argumentos de diferente tipo, que, aunque débiles desde el ambo científico, mostraron la fortaleza creativa de los estudiantes con propuestas que no desentonasen con la historia original.

Los argumentos que se presentan en la tabla 2, como textos argumentativos, van más allá de las categorías convencionales de hipótesis y conclusión. Esto se acerca a lo que propone Van Dijk [11] para quien su esquema básico de estructura

argumentativa se dedica a una relación de probabilidad y credibilidad. Para los casos investigados, se utiliza el lenguaje, en este caso en formato narrativo, para justificar un punto de vista, es así como se toma lo que dice el texto sobre el uso de los rayos alfa para sustentar y ampliar el uso de los gamma; se usa como base, sin nombrarlo, el relato de Frankenstein para justificar una posible resurrección; Se explica la actitud de la dueña como un fallo mecánico de un robot debido a un error humano o el argumentar no delatarla mirando los pro y los contra personales y colectivos de esta acción.

Finalmente es clara la fortaleza en la competencia narrativa de los estudiantes analizada desde el ámbito creativo, así como la debilidad en el componente científico reflejado en la fragilidad de sus argumentos y el uso inadecuado de la ciencia para este fin, que además se muestra más como el uso de términos aislados, sin profundizar en los mismos.

Tabla 2 Ejemplos de textos Argumentativos basados en Weston

Tipo de Argumento	Características
Argumento mediante ejemplo	Poll, uno nuevo personaje e inquilino de la pensión decide replicar el experimento en Miami, pero “en lugar de escoger un elemento que produjera rayos alfa, lo hizo con uno que produjera rayos gama, un tipo de radiación que se detecta mas fácilmente pero que es mas nociva para los humanos”.
Argumentos por analogías	“Quizo hacer lo posible para remediarlo y se acordó de un libro de ciencia ficcion que habia leído hace tiempo, en el cual reuniendo partes de diferentes cuerpos se creaba vida. Así que intento hacer algo paresido y revivir a la persona que habia muerto x su culpa”
Argumento de Autoridad	Después de abandonar la pensión De Hevesy se fue con su hermana y visitaron un restaurante, “al probar la comida Hevesy se dio cuenta de que el sabor era muy parecido a la zason del plato fantasmagórico que le sirvieron antes como llevaba el electroscoipo consigo decidio medir si dicha comida llevaba la radiación fantasmagórica. Era la misma tanto la doña como la comida”.

<p>Argumentos acerca de las Causas</p>	<p>“La dueña era un robot...funcionaba bien porque el agua y la sangre se complementaban; en una falla del dueño del robot disolvió aceite en lugar de sangre por que estaba distraído por lo cual el robot empezó a fallar preparando los alimentos como no debía”</p>
<p>Argumentos Deductivos</p>	<p>“El tenía mucho susto y quiso ir a delatar a la dueña de a pensión pero pensó – si yo la delato lo mas probable es que me eche de la pensión, mejor no voy a decir nada y no volveré a comer carne de la pensión”.</p>

Algunos ejemplos son: hablar de las propiedades organolépticas como si se tratase de una sustancia; combinación de agua y sangres como fuente combustible; usar el electroscopio para medir radiación sin agregar material radiactivo al alimento; pensar en los cambios genéticos (fenotípicos) por radiación como algo que ocurre en horas o días; hablar del SIDA como una enfermedad letal del siglo XIX; utilizar ácido sulfúrico como una sustancia que se agrega un alimento sin alterarlo y puede ser descubierta fácilmente con la vista.

III. CONCLUSIONES

- La creatividad en la expansión del relato central se evidenció en la variedad de las nuevas narrativas creadas, aunque la más recurrente fue la ampliación del final de la historia.
- La imaginación estimulada desde una narración inicial permitió a los estudiantes ampliar su visión de ciencia, humanizándola, involucrando problemas morales y algunos destellos de su contextualización.
- Es posible argumentar desde un relato o historia, permitiendo no solo proponer una hipótesis, su justificación y conclusión, además otras circunstancias anexas, así como un espacio y tiempo en el que se propone el argumento.
- Fusionar el formato narrativo de un relato y el descriptivo tradicional de la ciencia es un reto, pero es claro que con una dosis alta de creatividad es posible la construcción de narrativas de ciencia que humanicen, contextualicen y amplíen el panorama de la disciplina.

- Para estudiantes inmersos durante años en un sistema educativo que enseña la ciencia como un cúmulo de fórmulas, datos y definiciones, es complejo llevar lo que aprendió de ciencia a un campo de acción en el que se le exige crear, pero haciendo que lo imaginado se correlacione con la realidad de la ciencia.
- Es complejo proponer ejercicios con temáticas abiertas de ciencia. Pueden obtenerse mejores resultados en la construcción de narrativas de ciencia que involucren una temática específica, que previa y ampliamente, se trabajó en clase
- Los argumentos presentados por los estudiantes, a pesar de su debilidad científica, demuestran la posibilidad de exponer estos dentro de un relato, en otras palabras, es viable narrar la ciencia argumentando con creatividad.

REFERENCIAS


- [1] Revel-Chion, A., Aduriz-Bravo, A., & Meinardi, E. (2013). El formato narrativo en la enseñanza de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Revista de Educación en Biología*, 2013, 28-36.
- [2] Ogborn, J., Gunther, K., Martins, I., & Gillicudy, K. *Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en Secundaria*. Madrid: Santillana. 1996
- [3] Guilford, J. *Creatividad y Educación*. España: Paidós. 1983
- [4] Van Dijk, T. *La Ciencia del Texto*. Barcelona: Paidós. 1989
- [5] Sutton, C. Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, 8-32. 1997
- [6] Van Dijk, T. *El discurso como estructura y proceso. Argumentación*. . Barcelona : Gedisa. 2000
- [7] Weston, A. *Las claves de la argumentación*. Barcelona: Ariel. 1988
- [8] Espinosa, V. El problema del mal y la violencia en Colombia. *Folios*, 71-85. 2015
- [9] Bruner, J. *La fábrica de historias. Derecho, literatura, vida*. Buenos Aires: Fondo de cultura económica. 2013
- [10] Jimenez-Aleixandre, M., Bugallo, A., & Duschl, R. Doing the lesson or doing science: argument in high school genetics. *Science Education*, 757-792. 2000
- [11] Van Dijk, T. *Handbook of discourse analysis*. Londres: Academic Press. 1989

Autor 1: Daniel Humberto Ospina Ospina

Candidato a Doctor en Didáctica, de la Universidad Tecnológica de Pereira; Magíster En Pedagogía y Desarrollo Humano, de la Universidad Católica de Pereira; Especialista en Edumática, de la Universidad Católica de Pereira; Ingeniero de Alimentos, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia; Tecnólogo Químico, de la Universidad Tecnológica de Pereira. Docente de Aula nombrado en la SEM de Dosquebradas; Docente en pregrado y Posgrado de la Universidad Católica de Pereira

Autor 2: Oscar Eugenio Tamayo Alzate

Posdoctor en Narrativas de Ciencias de la Universidad Santo Tomás - Universidad Nacional de Córdoba; Doctor en Didáctica de Las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la Universidad Autónoma de Barcelona; Magister en Desarrollo Educativo y Social de la Universidad Pedagógica Nacional; Licenciado en Biología y Química de la Universidad de Caldas. Docente de la Universidad de Caldas y de la Universidad Autónoma de Manizales.



DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE ANTIOXIDANTES PRESENTES EN LA AHUYAMA Y EL TOMATE CHONTO POR VOLTAMPEROMETRÍA CÍCLICA¹

Quantitative determination
of antioxidants present in pumpkin and
chonto tomato by cyclic voltammetry

García-Giraldo, Irma María², Reyes-Pineda, Henry³

1 Este proyecto fue el resultado de mi tesis de Maestría, realizada en la Universidad del Quindío, en el año 2015.

2 Universidad del Quindío; Facultad de Ciencias Agroindustriales; código ORCID: 0000-0002-4363-
Contacto:imgarcia@uniquindio.edu.co.

3 Universidad del Quindío; Facultad de ciencias Agroindustriales; código ORCID: 0000-0003-3524-8658 Contacto:
hreyes@uniquindio.edu.co.

Resumen

Los antioxidantes presentes en frutas y verduras son de gran importancia debido al efecto que ejercen contra algunas enfermedades tales como el cáncer y trastornos cardiovasculares, por lo tanto, se buscó implementar una técnica económica, novedosa, rápida y sensible para hallar la capacidad antioxidante de la ahuyama y el tomate chonto, dos frutos altamente producidos en el departamento del Quindío que genere un impacto a nivel industrial, investigativo y en el aula. De esta manera se realizaron dos diluciones a partir del jugo de semillas de ahuyama y de la pulpa de tomate debidamente licuados; la primera dilución se hizo tomando un mililitro del jugo de cada solución llevándolo hasta 100mL con H_2SO_4 0,01M (dilución 1:100), y la segunda solución se realizó tomando un mililitro de la primera solución y llevándolo hasta 50mL con agua desionizada (dilución 1:50). A partir de estas soluciones se hicieron mediciones de voltamperometría cíclica con un potenciostato Gamry Interface 1000[®] usando diferentes parámetros de medición especificados en tiempo de equilibrio: 60s, velocidad de escaneo: 50mV, rango de escaneo: 2mV, Número de ciclos: 5, Límites del ciclo (mV): 0 4 0 0. Los voltamperogramas obtenidos proporcionaron una información cualitativa y cuantitativa de los antioxidantes presentes, se pudo observar que existe un mecanismo de reducción que consta de dos etapas, se le atribuye también a dichas gráficas que el tipo de reacción que ocurre para cada una de las diluciones de tomate y ahuyama es reversible. De esta manera se pudo determinar la capacidad antioxidante y la concentración del l-ácido ascórbico del tomate y al α -tocoferol presentes en la ahuyama.

Palabras clave— Ahuyama, Tomate, Capacidad Antioxidante, Voltamperometría cíclica.

Abstract

The antioxidants present in fruits and vegetables are of great importance due to the effect they exert against some diseases such as cancer and cardiovascular disorders, therefore, we sought to implement an economic, novel, fast and sensitive technique to find the antioxidant capacity of the pumpkin and the chonto tomato, two highly produced fruits in the department of Quindío that generate an impact on an industrial, research and classroom level. In this way two dilutions were made from the juice of pumpkin seeds and tomato pulp properly liquefied; the first dilution was made by taking one milliliter of the juice of each solution by bringing it up to 100mL with 0.01M H_2SO_4 (1: 100

dilution), and the second solution was made by taking a milliliter of the first solution and bringing it up to 50mL with deionized water (dilution 1:50). From these solutions, cyclic voltammetry measurements were made with a Gamry Interface 1000[®] potentiostat using different measurement parameters specified in equilibrium time: 60s, scan speed: 50mV, scan range: 2mV, Number of cycles: 5, Limits of the cycle (mV): 0 4 0 0. The obtained voltamperograms provided qualitative and quantitative information on the antioxidants present, it was observed that there is a reduction mechanism consisting of two stages, it is also attributed to these graphs that the type The reaction that occurs for each of the dilutions of tomato and pumpkin is reversible. In this way, the antioxidant capacity and the concentration of tomato ascorbic acid and α -tocopherol present in pumpkin could be determined.

Keywords— Pumpkin, Tomato, Antioxidant Capacity, Cyclic Voltammetry

I. INTRODUCCIÓN

Los cítricos y sus derivados son productos de gran consumo a escala mundial, con una producción de 96 millones de toneladas. No solo es útil por su aporte nutricional en la dieta diaria sino por los beneficios asociados a la disminución de patologías en el ser humano, sobre todo sus efectos en enfermedades neurodegenerativas, cancerígenas, cardiovasculares, diabéticas. La actividad biológica y capacidad antioxidante de los cítricos, especialmente, las frutas, se relaciona con la presencia de metabolitos activos, entre ellos, fenoles, flavonoides y vitaminas. [11].

Las técnicas electroanalíticas como la voltamperometría cíclica son altamente utilizadas para brindar información cualitativa y cuantitativa acerca de las reacciones electroquímicas que ocurren en diversos tipos de muestras (1). Esto resulta de la habilidad que tiene dicha técnica para proveer rápidamente información en procesos termodinámicos donde ocurren reacciones con transferencia de electrones (2,3). Dependiendo de la información que se busca, se pueden utilizar ciclos individuales o múltiples los cuales pueden ser observados en forma de gráficas que se denominan voltamperogramas cíclicos (4). Debido a que esta técnica es rápida económica, sensible y no requiere de grandes cantidades de muestra, es ampliamente utilizada en la determinación de antioxidantes presentes en muestras de alimentos (5,6). Teniendo en cuenta que los parámetros de las reacciones redox son inherentes en los análisis de la voltamperometría cíclica, esto me permite atribuir a los compuestos que se reducen la capacidad antioxidante de los mismos. Las vitaminas hidrosolubles como la vitamina C (ácido ascórbico) es conocida por sus propiedades reductoras, la cual actúa como un poderoso antioxidante que lucha contra las enfermedades de los radicales libres inducidos (7). Como un donante de electrones, el ácido ascórbico sirve como uno de los antioxidantes de peso molecular pequeño más importantes que contribuye a la capacidad antioxidante total un indicador importante de la calidad de alimentos y bebidas (8). Debido al papel crucial de la vitamina C en aplicaciones industriales, la determinación de vitamina C todavía presenta interés para la investigación. Las vitaminas liposolubles como la vitamina E participan en múltiples procesos bioquímicos en el organismo que cumplen funciones vitales tales como; prevención de múltiples enfermedades, el estudio de dichos compuestos toma cada vez más fuerza en la industria de los alimentos (9). Determinación Voltamperométrica del ácido ascórbico ha tenido un papel importante en la biosíntesis del colágeno, la activación de la respuesta inmune, la absorción de hierro y participa en la curación de heridas y la osteogénesis.

Además actúa como un poderoso antioxidante que combate las enfermedades inducidas por radicales libres [12]. Es por ello que la finalidad de este estudio fue evaluar la cinética de reducción electroquímica del l- ácido ascórbico, vitamina c y α -tocoferol, vitamina e, presentes en la ahuyama y el tomate chonto.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Materiales

Para las mediciones de voltamperometría cíclica se utilizó un potencióstato Gamry Interface 1000[®] usando diferentes parámetros de medición especificados en tiempo de equilibrio: 60s, velocidad de escaneo: 50mV, rango de escaneo: 2mV, Número de ciclos: 5, Límites del ciclo (mV): 0 4 0 0. Las muestras de los frutos fueron obtenidas en Filandia Quindío en un estado óptimo de madurez.

Métodos

Se realizaron dos diluciones a partir del jugo de semillas de ahuyama y de la pulpa de tomate en H_2SO_4 (Dilución 1:100) y la segunda solución se realizó tomando un mililitro de la primera solución con agua desionizada (Dilución 1:50). A partir de estas soluciones se hicieron mediciones de voltamperometría cíclica. La celda se instaló en un balón de tres bocas fondo redondo, en presencia de flujo de nitrógeno en la atmósfera y poniendo platino como electrodo de trabajo, grafito como contra electrodo y un electrodo de referencia de $Hg/HgSO_4$.

Resultados

A continuación, en las figuras 1 y 2 se observan los voltamperogramas cíclicos obtenidos para las muestras de pulpa de tomate chonto y semillas de ahuyama.

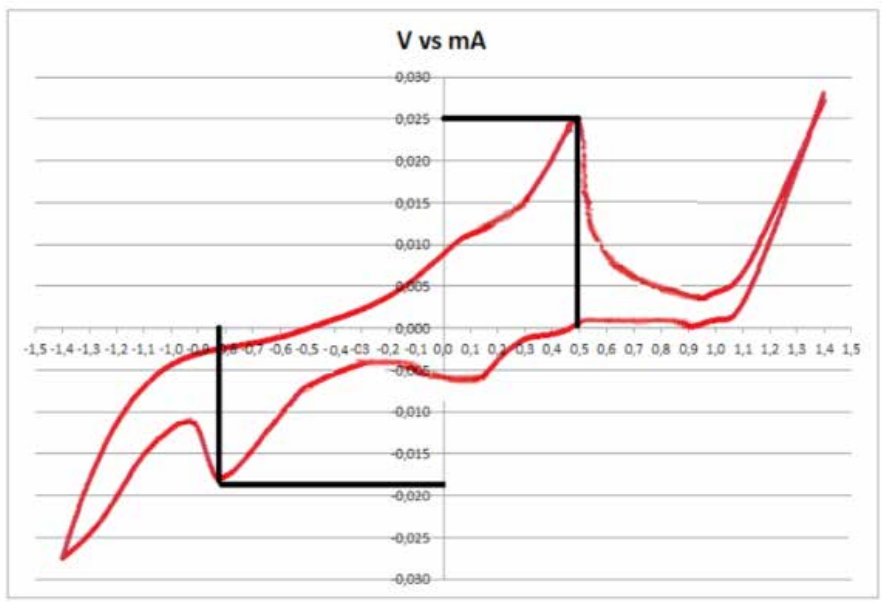


Figura 1. Voltamperograma de la vitamina C

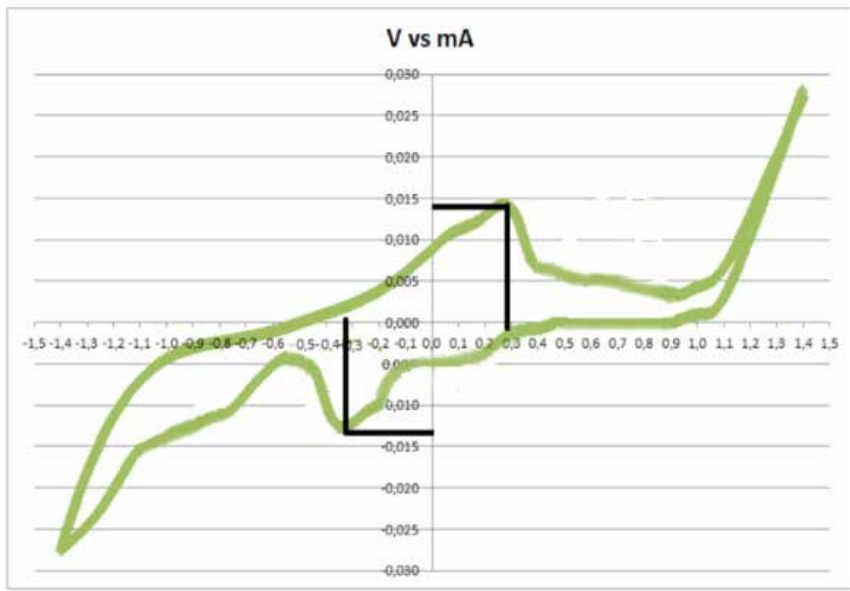


Fig. 2. Voltamperograma de la Vitamina E

Método de Extrapolación de Taffel: se utilizó este método para realizar los cálculos del coeficiente de transferencia del reactor electroquímico con los tres electrodos para esto se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{pendiente de reducción} = \frac{-\alpha * F}{2,3 * R * T} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde la pendiente de reducción equivale a 8,048 1/V, $F = 96485 \text{ C/mol}$, $R = 8,314 \text{ V}^* \text{C/mol}^* \text{K}$, $T = 298 \text{ K}$

En las gráficas 4 y 5 se pueden observar las curvas de polarización anódica y catódica para la vitamina C en el tomate chonto y la vitamina E en las semillas de ahuyama obtenidas con la ecuación de **Taffel**.

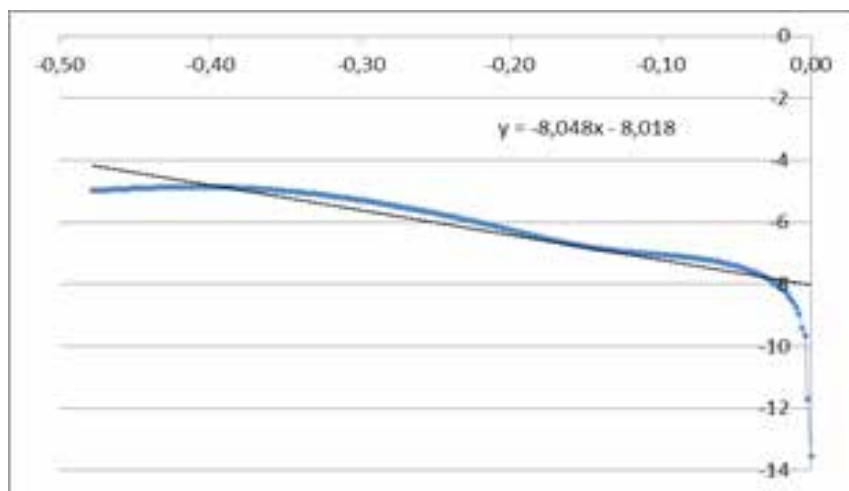


Figura 3. Curva de polarización catódica para las vitaminas C y E

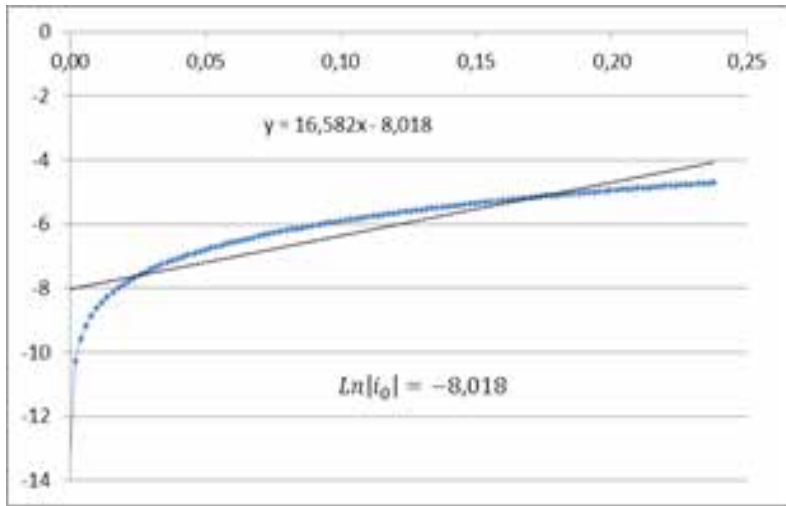


Figura 4. Curva de polarización anódica para las vitaminas C y E

Para determinar las zonas lineales se graficó $E - E_0$ vs $\ln|i|$ figura 6.

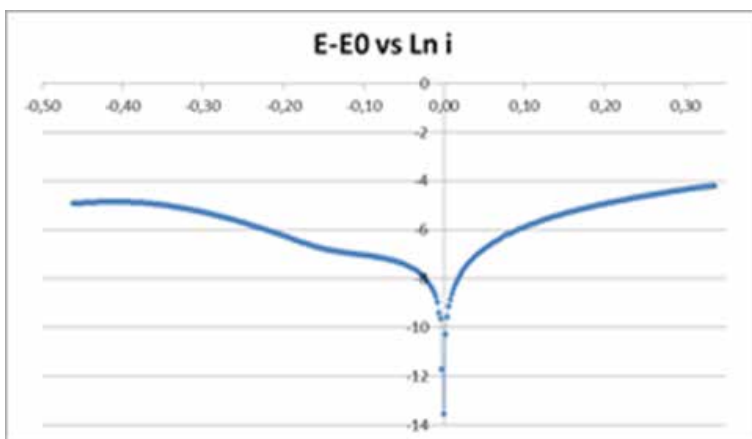


Figura 5. Linealización de la cinética del reactor

Reducción controlada de las vitaminas a potencial constante. Para los análisis de cronoamperometría para ambos frutos se empleó la ecuación de Cottrell, figuras 7 y 8.

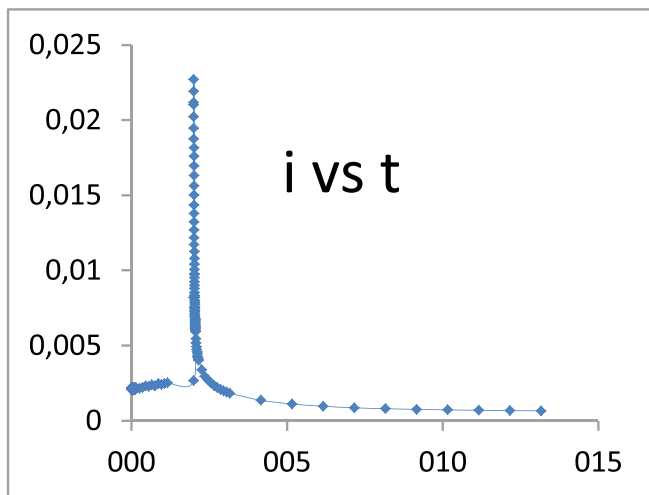


Figura 6. Cronoamperograma de la vitamina E

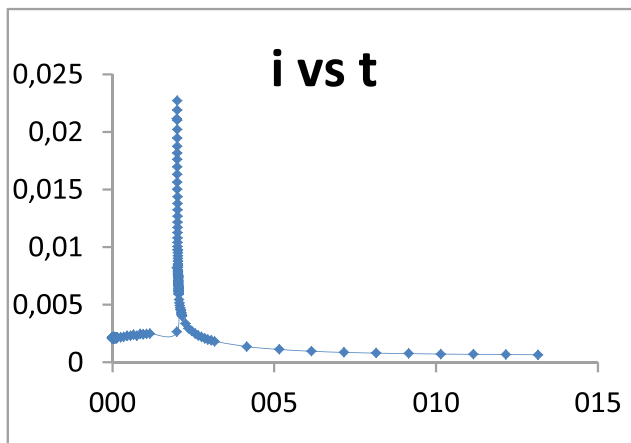


Figura 7. Cronoamperograma de la vitamina C

Al realizar la gráfica de $|A|$ vs $t^{(-1/2)}$, tal como se observa en la figura 9, se calculó el Coeficiente de difusión D, utilizando la expresión (2):

Coefficiente de Difusión= $D = \frac{\text{pendiente}^2 * \pi}{(n * F * A)^2}$

Ecuación 2.

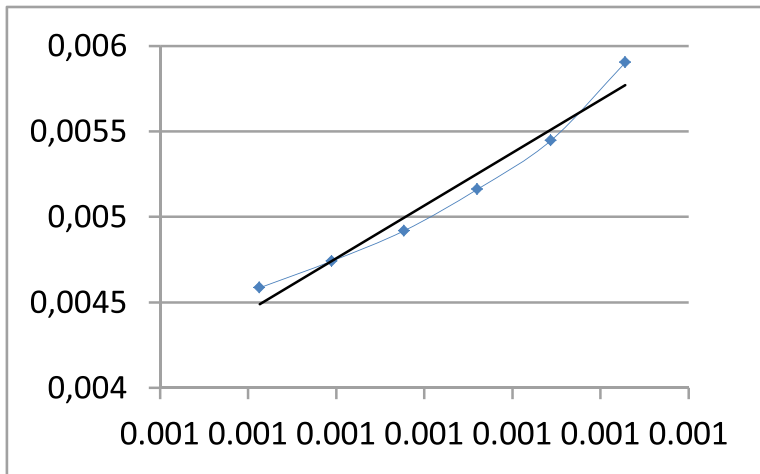


Figura 8. Gráfica linealidad vitamina C

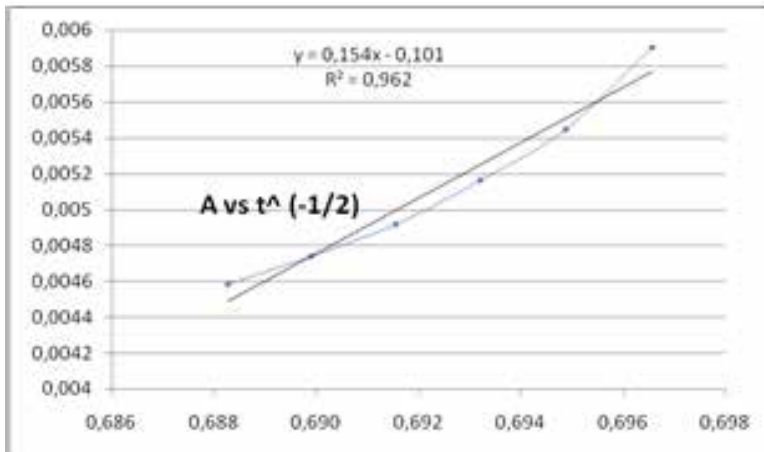


Figura 9. Gráfica linealidad vitamina E

Cuantificación de las vitaminas C y E para las muestras de tomate y ahuyama:

Para cuantificar la concentración molar de las dos vitaminas, mediante ésta técnica electroquímica, se establece una ecuación característica, denominada Ecuación de Cottrell la cual se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación de Cottrell: } I(t) = nFA C_0 \frac{D_0^{1/2}}{\pi^{1/2} t^{1/2}} \quad \text{Ecuación 3.}$$

Donde I es la intensidad que depende del tiempo, n= número de electrones transferidos, F= constante de Faraday, C=concentración, $D^{1/2}$ = coeficiente de difusión y $t^{1/2}$ el tiempo en segundos.

Tabla 1. Parámetros para el cálculo de vitamina C y vitamina E.

Masa (g)	0.00225	0.036
C	2.86×10^{-4}	1.56×10^{-2}
t (s)	0.694	0.694
D	0.0139	0.00254
A (Cm²)	0.1	0.1
F	96500	96500
n	2	2
i (Ma)	1.5×10^{-5}	5.2×10^{-5}
Vitamin	C	E

Discusión

Para establecer el potencial de reducción de ácido ascórbico, se evaluaron los comportamientos electroquímicos de estos iones en ácido sulfúrico (H_2SO_4). Evidenciando la reducción del ácido ascórbico sobre el electrodo de trabajo y otro en la curva de oxidación a un voltaje de 0,5 V. Por último, se aprecian igualmente dos picos; un pico alrededor de -0,34 V durante la exploración catódica que se atribuye a la reducción de la vitamina E. Se realizaron los cálculos del coeficiente de transferencia del reactor electroquímico con los tres electrodos, para lo cual se utiliza la técnica de extrapolación de Taffel para las dos vitaminas mostrándose una reacción de óxido-reducción. Se determinó $\alpha = 0,47$ lo cual indica que el sistema está en equilibrio de oxidación y reducción; muestra una simetría respecto a la energía de activación para la reducción y oxidación de las especies de vitamina C y E. Para los análisis de cronoamperometría se aplicó un pulso de corriente al sistema con lo cual se analizó el coeficiente de difusión empleando la ecuación de Cottrell para electrodos cilíndricos. Reemplazando los valores en la ecuación (2) se determinó $D = 0,0139192 \text{ cm}^2/\text{s}$ evidenciando el transporte de masa por movimiento atómico de los iones que se forman debido al pulso de corriente permitiendo la migración de átomos de vitamina C y E sobre el electrodo de Pb-Sn. Los valores de concentración obtenidos para la vitamina C se encuentran dentro de los rangos reportados por otros autores (10), observándose que la concentración de Tocoferol (Vitamina E) presente en esta especie de semillas de ahuyama es mayor a la de la vitamina C de la pulpa del tomate, lo cual es un indicio de que la capacidad antioxidante de la vitamina E, es mayor.

III. CONCLUSIONES

La medición de voltamperometría cíclica con el electrodo de plomo-estaño sumergido en la solución electrolítica de 0,1 M de H_2SO_4 muestra que a velocidades de escaneo menores se facilitan las reacciones químicas generando el proceso de oxidación, disminuyendo la eficiencia del proceso, en especial para la vitamina E. El valor de α revela el equilibrio de oxidación química y reducción electroquímica.

El proceso de reducción ocurrido para ambas muestras de tomate y ahuyama corroboran la actividad antioxidante de dichas verduras, esto se puede demostrar con los valores del coeficiente de difusión $D=0,00254\text{cm}^2/\text{s}$, a su vez se pudo

observar también en el cálculo de la masa obtenida $M=0,036g$, lo que ratifica que este subproducto de la ahuyama es el que tiene mayor actividad antioxidante atribuida a la alta concentración de α -tocoferol en las semillas de la misma.

REFERENCIAS

- [1]. Sholz F. *Electroanalytical Methods*. Segunda Edición. New York, Estados Unidos: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2010. 5p.
- [2]. Wang J. *Analytical Electrochemistry*. Tercera Edición. New York, Estados Unidos: Wiley-VCH; 2006. 25p.
- [3]. Barros L, Cabrita L, Boas MV, Carvalho AM, Ferreira ICFR. Chemical, biochemical and electrochemical assays to evaluate phytochemicals and antioxidant activity of wild plants. *Food Chem*. Elsevier Ltd; 2011;127(4):1600–8.
- [4]. Chen M, Huang S, Hsieh C, Lee J-Y, Tsai T. Electrochimica Acta Development of a Novel Iodine-Vitamin C / Vanadium Redox Flow Battery. *Electrochim Acta*. Elsevier Ltd; 2014;141:241–7.
- [5]. Valek L, Stipc T. Electrochemical determination of antioxidant capacity of fruit tea infusions. *Food Chem*. 2010;121:820–5.
- [6]. Drach M, Narkiewicz-michałek J, Sienkiewicz A, Szymula M, Bravo-díaz C. Antioxidative properties of vitamins C and E in micellar systems and in microemulsions. *Colloids Surfaces A Physicochem Eng Asp*. Elsevier B.V.; 2011;379(1-3):79–85.
- [7]. Nie T, Xu J, Lu L, Zhang K, Bai L, Wen Y. Biosensors and Bioelectronics Enhanced sensitivity for electrochemical simultaneous determination of vitamins B₂, B₆ and C. *Biosens Bioelectron*. Elsevier; 2013;50:244–50.
- [8]. Thangamuthu R, Kumar SMS, Pillai KC. Direct amperometric determination of l -ascorbic acid (Vitamin C) at electrode in fruit juice and pharmaceuticals. *ScienceDirect*. 2007;120:745–53.
- [9]. Agustino E, Ll R. Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Rev Horiz Médico*. 2008;8(1):56–72.
- [10]. Pisoschi A, Negulescu G, Pisoschi A. Ascorbic Acid Determination by an Amperometric Ascorbate Oxidase-based Biosensor. *Rev Chim*. 2010;61(4):3
- [11]. García, González, C.; Álvarez, Chuncho, L.; Gutiérrez, Peralta, N.; Cabrer, Gia, C.; Yáñez, Jara, F.; Ajila, Solórzano, K. Determinación potenciométrica

de vitamina c en naranja y mandarina. Universidad Técnica de Machala. (2018).

- [12]. Pastor Sánchez, Ester. Determinación voltamperométrica de ácido ascórbico en vinos. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. (2019).

Biografía. Autor 1: Irma María García Giraldo

Es Químico Puro, egresada de la Universidad del Quindío- Colombia, con un Diplomado en Pedagogía y Docencia Universitaria de la universidad La Gran Colombia, Armenia y Magíster en Química con énfasis en Química Analítica en la Universidad del Quindío, además se encuentra adelantando los estudios de doctorado en Ciencias en la misma Universidad.

Actualmente es profesor catedrático de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia y hace parte del grupo de investigación de ciencias ambientales de la Universidad del Quindío. Ha sido docente de la Universidad La Gran Colombia, Armenia. Entre sus áreas de trabajo investigativo se encuentran La Ingeniería Electroquímica, Los Procesos ambientales, el Tratamiento de residuos sólidos y líquidos, el Diseño de Bio-adsorbentes, entre otros.

Igualmente ha participado como conferencista en diferentes congresos nacionales e internacionales.

Biografía. Autor 2: Henry Reyes Pineda

Es ingeniero Químico egresado de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales con Especialización en Educación Ambiental, Especialización en Ingeniería Electroquímica y Corrosión, Diploma de Estudios Avanzados en Tecnologías de Membranas, Electroquímica y medio Ambiente Seguridad Nuclear y con un Doctorado en Ingeniería Química y Nuclear de la Universidad Politécnica de Valencia, España.

Actualmente es profesor de tiempo completo de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia y Decano de la facultad de ciencias agroindustriales y hace parte del Grupo de investigación de ciencias ambientales. Ha sido docente de la Universidad de Caldas, Universidad Nacional, Sede Manizales y Universidad



Autónoma de Manizales. Entre sus áreas de trabajo investigativo se encuentran La Ingeniería Electroquímica, Los Procesos ambientales, el Tratamiento de residuos sólidos y líquidos, el Diseño de Reactores, entre otros.

El Doctor Reyes Pineda, se graduó en el 2007, obteniendo la máxima calificación en su Tesis Doctoral: “Cum Laude”

Ha sido profesor visitante en tres oportunidades a la Universidad Politécnica de Valencia, España y en dos ocasiones a la Universidad de Santa Cruz del Sur, Brasil, desarrollando actividades académicas e investigativas. Igualmente ha participado como conferencista en diferentes congresos nacionales e internacionales.



ARGUMENTACIÓN Y
APRENDIZAJE DEL CONCEPTO
ENLACE QUÍMICO

Argument and learning
of the chemical bond concept

*Ramírez-Quintero, Luz Adriana; Giraldo-Arbeláez,
Jorge Eduardo y Osorio-Zuluaga, Héctor Jairo*

Resumen

En el presente trabajo se identificó el cambio en el aprendizaje del concepto enlace químico en los estudiantes de grado décimo del Liceo Campestre de Pereira mediante la aplicación de actividades basadas en el lenguaje verbal de la química y el uso de las TIC como elemento motivador fundamental para el proceso cognitivo del estudiante. Se identificaron las concepciones alternativas y los obstáculos de los estudiantes en relación con los temas asociados al enlace, lo cual permitió definir la respectiva secuencia de actividades diseñadas empleando como referente en el lenguaje verbal inmerso en la enseñanza de la química y el modelo argumentativo de Toulmin que plantea detectar elementos presentes en un buen argumento (Olaya, 2017). Por último, se aplicó un cuestionario final y se procedió a realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos, concluyendo que se da un alcance significativo de los estudiantes en los niveles de argumentación que permitió evidenciar una mayor comprensión del concepto de enlace químico.

Palabras clave

Argumentación, aprendizaje, enlace químico, guía didáctica, TIC

Abstract

In this paper, the change in the learning of the chemical bonding concept was identified in tenth grade students of the Pereira Campestre High School through the application of activities based on the verbal language of chemistry and the use of ICTs as a motivating element fundamental for the cognitive process of the student. The alternative conceptions and obstacles of the students in relation to the topics associated with the link were identified, which allowed defining the respective sequence of activities designed using as a reference in the verbal language immersed in the teaching of chemistry and the Toulmin argumentative model which suggests detecting elements present in a good argument (Olaya, 2017). Finally, a final questionnaire was applied and a comparative analysis of the results obtained was carried out, concluding that there is a significant scope of the students in the levels of argumentation that allowed to demonstrate a greater understanding of the concept of chemical bonding.

Keywords

Argumentation, learning, chemical bond, didactic guide, TIC.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente nos encontramos inmersos en una era tecnológica, con estudiantes pertenecientes a la generación Z, también conocidos como nativos digitales, de ahí que se plantee el reto como docentes de encontrar mecanismos desde la didáctica que nos permitan fortalecer competencias que faciliten el proceso de aprendizaje de la ciencia, la cual, debido a su naturaleza misma usa diversos lenguajes inmersos en su enseñanza que requieren sus propios códigos semánticos y sintácticos para la explicación de fenómenos, lo que incide en la apatía y resistencia del educando en el estudio de la química y limita el proceso de comunicación en el acto educativo. De ahí que este nuevo contexto requiera de una reestructuración en la educación, ya no es suficiente que el docente sea un transmisor de conocimiento, cada día se ve una mayor necesidad en las aulas de clase de darle protagonismo a los estudiantes constructores de su proceso académico y actualmente la tecnología presenta nuevas alternativas que permiten complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje como es el caso de las aplicaciones gratuitas denominadas Phets, que proporcionan simulaciones en diferentes áreas.

Entre los lenguajes inmersos en la enseñanza de la química se encuentra el verbal y fundamentalmente la argumentación como elemento esencial en las ciencias para desarrollar el pensamiento crítico y superar la dificultad que tiene el educando para escribir textos de contenido científico, la incoherencia en la conexión de oraciones largas y la limitación al plasmar por escrito las ideas que tiene aparentemente claras al expresarlas oralmente pero que difícilmente se podría diferenciar entre un aprendizaje significativo o simplemente un acto memorístico (Olaya, 2017).

Según Galagovsky et al. (2014) “una clase de ciencias es un espacio de comunicación entre el docente, experto en temáticas, y los estudiantes, donde los lenguajes utilizados son la interfase explícita y observable” (p. 786). De acuerdo con lo anterior y con el objetivo principal de identificar el cambio en el aprendizaje del concepto enlace químico en los estudiantes, mediante la aplicación de actividades basadas en los lenguajes de la química, se presenta el diseño y aplicación de guías didácticas implementando entre otros el lenguaje verbal de acuerdo al modelo argumentativo de Toulmin que plantea detectar elementos presentes en un buen argumento (Pinzón, 2014).

La secuencia de actividades implementada cuenta con la tecnología como eje articulador de la motivación del educando para ser sujeto activo en su proceso cognitivo y se basa en el desarrollo de la argumentación, la cual se construye con elementos como, los datos que apoyan una afirmación hasta llegar a la conclusión, teniendo en cuenta la trascendencia de las garantías, cualificadores modales y refutaciones (Pinochet, 2015), desarrollando así habilidades en los estudiantes, quienes en sus modelos mentales idiosincrásicos comunican los fenómenos con sus propias palabras pero a medida que conozcan nuevos conceptos se verán reflejados en su discurso (Galagovsky et al. 2003), permitiendo así identificar el mejoramiento en la competencia argumentativa y el cambio conceptual sobre enlace químico.

Es necesario recordar la importancia de generar espacios educativos que faciliten conexiones significativas con los conceptos que se desean aprender, con educandos motivados que se salgan del aprendizaje mecánico y memorístico que tradicionalmente se dan, de allí la importancia de tener en cuenta los conocimientos previos como elementos de acogida para las nuevas ideas que se anclan en la estructura cognitiva permitiendo su paso de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo (Ordenes et al., 2014).

En el caso del enlace químico se han encontrado ideas como: “Los compuestos con enlaces iónicos se comportan como moléculas sencillas”, “el enlace iónico es difícil de aprender, describir y explicar” y “las moléculas son estructuras gigantes; un elevado porcentaje de estudiantes asocia la valencia de un elemento con el subíndice del elemento con que se combina; y la mayoría no sabía calcular el número de enlaces que se rompen y se forman en una reacción química” (Ordoñez, 2016). Se hace necesario tener en cuenta estas concepciones alternativas del educando en la enseñanza del enlace, facilitando la construcción de una nueva estructura cognitiva. De allí que sea fundamental diseñar y aplicar un instrumento de exploración de ideas previas a partir de la revisión histórica y epistemológica del concepto enlace químico.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Este trabajo se realizó en la institución educativa Liceo Campestre de Pereira con 19 estudiantes de grado décimo, identificando problemáticas a nivel del proceso de enseñanza y aprendizaje en las ciencias naturales, en la química y especialmente en el concepto enlace químico, generando una propuesta para

superar estos obstáculos o limitaciones y que, a su vez, respondan a la realidad escolar que viven los estudiantes.

Se construyó un instrumento para identificar las ideas previas y el uso por parte del estudiante de los lenguajes inmersos en la enseñanza de la química, entre ellos el verbal, el cual fue validado por experto. Esta herramienta se aplica al iniciar la investigación para evaluar el nivel argumentativo de los estudiantes y sus concepciones alternativas sobre el tema, cuenta con preguntas abiertas descritas en la tabla 1 que evidencian el cambio en la competencia argumentativa a la par que se da el proceso de aprendizaje del concepto de enlaces por parte del educando.

Tabla 1. Preguntas del instrumento de exploración de ideas previas

PREGUNTA	OBJETIVO
3. Dibuja como puedes ver con tu lupa las siguientes sustancias: el dióxido de carbono y el cloruro de sodio. Escribe en un párrafo como explicarías a tus padres los dibujos realizados.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el lenguaje verbal, ya que se espera que presenten los diferentes argumentos para explicar la formación del dióxido de carbono y el cloruro de sodio y que sean muy detallados, ya que la explicación es para sus padres. Esto permite identificar que elementos de la argumentación son empleados por el estudiante.
4. Realizar los dibujos del CaO, O ₂ y H ₂ O y justificar los procedimientos o cálculos que empleaste para construir los dibujos.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el lenguaje verbal en la construcción de las justificaciones para realizar los dibujos del óxido de calcio, el oxígeno y el agua. Al solicitar la justificación de los procedimientos se busca que el estudiante use las leyes o garantías que conoce adicional a los datos que son el elemento más común al momento de construir un argumento.

Las preguntas son evaluadas de acuerdo con la interpretación del modelo argumentativo de Toulmin presentado por Olaya (2017) en el que se asignan niveles de valoración de uno (1) hasta cinco (5) a medida que se aumenta en la cantidad y complejidad de los elementos de la argumentación utilizados para redactar un argumento (tabla 2).

Tabla 2. Rúbrica de evaluación lenguaje verbal (Modificada de Olaya, 2017)

ELEMENTOS DE LA ARGUMENTACIÓN	NIVELES DE VALORACIÓN
Afirmaciones sobre hechos	1
Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones	2
Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones	3
Cualificador modal	4
Refutaciones o afirmaciones que contradicen los datos	5

Se diseñaron las guías didácticas “Maravilloso mundo de los átomos” orientando el aprendizaje de los jóvenes en el concepto de enlace químico a partir de la implementación de actividades que fortalezcan el uso de los lenguajes de la química desde la perspectiva de Triana (2016), buscando una coherencia y conectividad entre los temas abordados a lo largo de cada guía, aprovechando los recursos del medio, entre ellos, aplicaciones digitales como la creación de animaciones en Flash y los PhET, a partir de los cuales se diseñaron laboratorios virtuales orientados a tener un sujeto activo y autónomo en su proceso de aprendizaje que pueda construir o reconstruir significados que formen parte del cambio conceptual frente al enlace químico.

En total fueron siete guías estructuradas así:

- Primero se presenta los objetivos planteados para superar los obstáculos encontrados.
- Segundo, la aplicación de una serie de actividades mediadas por los lenguajes inmersos en la enseñanza de la química, entre estos el verbal. Estas actividades fueron evaluadas de acuerdo con las rúbricas presentadas en las tablas 2, 3 y 4 que son caracterizadas por niveles de comprensión o reconocimiento de los elementos argumentativos desde 0 hasta 3, siendo tres el mayor nivel de competencia.
- Tercero, la reflexión sobre el proceso de aprendizaje y evaluación de las actividades.

Tabla 3. Caracterización de las actividades de las guías 1 a 3

Categorías	GUÍA 1				GUÍA 2	GUÍA 3
	Actividades					
	2a. Encuentra en el texto información asociada con la estructura del átomo	2b. Identifica en la lectura, leyes, principios o evidencias científicas relacionadas con la afirmación.	2c. Cual adverbio seleccionarias. Escribe como quedaría la nueva afirmación.	2d. Escribe un contraargumento para tu afirmación.	1, 2, 3a, 3b, 3c. A partir de los videos responde las preguntas	4. Escribe una afirmación y completa la tabla con los elementos de la argumentación
0	No realiza la actividad					
1	No identifica en el texto el elemento de argumentación solicitado				No puede extraer información de los videos	No identifica los elementos de argumentación solicitado
2	Identifica el elemento de argumentación solicitado, pero no lo utiliza adecuadamente.				Responde las preguntas pero no es coherente en su redacción	Identifica los elementos de argumentación solicitado, pero no lo utiliza adecuadamente.
3	Identifica el elemento de argumentación solicitado y lo utiliza adecuadamente.				Responde las preguntas coherente mente, de acuerdo con la información entregada	Identifica los elementos de la argumentación solicitados y los utiliza adecuadamente.

Tabla 4. Caracterización de las actividades de las guías 4 y 5

Categorías	GUÍA 4	GUÍA 5		
	Actividades			
	Completar esquema conceptos básicos del átomo	1. En qué consiste una fiesta muy elemental y realizar un dibujo para definir lo que aprendiste de la lectura	2. Escribe un argumento a favor o en contra para cada una de las afirmaciones.	3a.b. Explica la relación entre la energía que hay entre átomos y la formación de enlaces.
0	No realiza la actividad			
1	No selecciona adecuadamente la información para completar el esquema	No identifica las ideas principales de un texto, ni representa lo que aprendió.	No emplea los elementos de la argumentación para construir argumentos.	No identifica las ideas principales de un texto, ni representa lo que aprendió.
2	Selecciona información relevante en algunos de los temas para completar el esquema	Identifica las ideas principales del texto para explicar la idea central y/o representa claramente lo que aprendió por medio de un dibujo.	Emplea datos y/o garantías para construir un argumento.	Identifica las ideas principales del texto, pero no expresa la idea con coherencia.
3	Selecciona información relevante en todos los temas para completar el esquema	Identifica las ideas principales del texto para explicar la idea central y representa claramente lo que aprendió por medio de un dibujo.	Emplea los elementos de la argumentación para construir el argumento.	Identifica las ideas principales del texto y expresa coherentemente la idea.

Tabla 5. Caracterización de las actividades de las guías 6 y 7

Categorías	GUÍA 6		GUÍA 7
	Actividades		
	1. a.b. Define enlace covalente. Identifica tipo de representaciones de las moléculas	3. Plantee un afirmación con su correspondiente argumento	1. a.b.c. Relación entre electronegatividad, cationes, aniones y enlace iónico y entre electrones de valencia, Lewis, octeto y enlaces.
0	No realiza actividad		
1	No identifica las ideas principales para responder preguntas asociadas al texto	No emplea ningún elemento de la argumentación	No identifica las ideas principales para responder preguntas asociadas al texto
2	Identifica las ideas principales del texto para responder la pregunta uno o dos.	Plantea una afirmación, pero no da argumentos para sustentarla.	Identifica las ideas principales y responde algunas preguntas asociadas al texto
3	Identifica las ideas principales del texto para responder las dos preguntas.	Plantea una afirmación y emplea los elementos de la argumentación para sustentarla.	Identifica las ideas principales y responde todas las preguntas asociadas al texto

Las actividades de las guías (ilustración 1) son diseñadas en el marco de la teoría constructivista, se entrega al estudiante las herramientas necesarias para generar andamiajes que le permitan construir sus propios conocimientos en un proceso dinámico, participativo e interactivo.

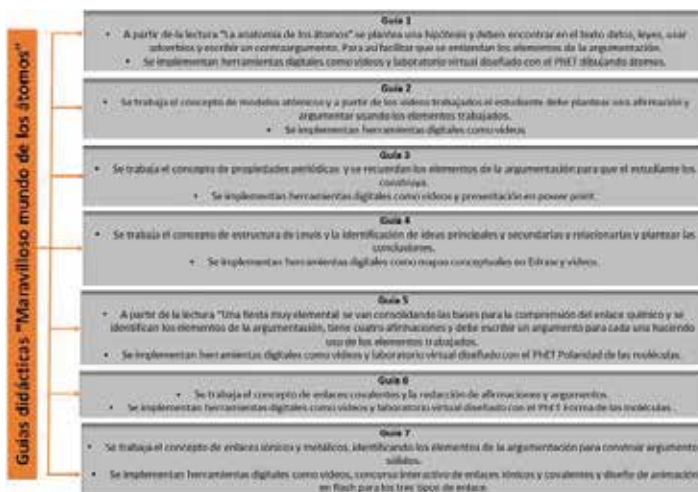
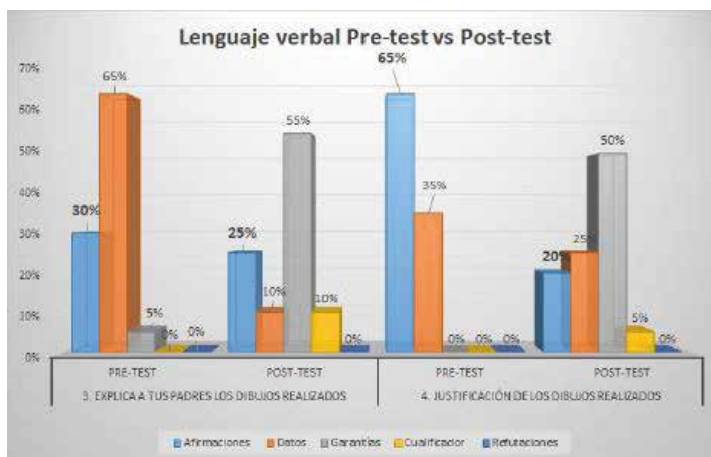


Ilustración 1. Esquema de las guías “Maravilloso mundo de los átomos”

En cada guía se implementan diversas estrategias tecnológicas para trabajar los diferentes conceptos que permiten la comprensión del enlace químico, generando así un cambio en el proceso de enseñanza tradicional en el que se encuentran inmersos los estudiantes.

Se plantea entonces un análisis de resultados antes y después de la aplicación de las guías didácticas desde un enfoque mixto que involucra aspectos cuantitativos a partir de la conversión de la información obtenida en porcentajes y sus respectivas gráficas, así como aspectos cualitativos del lenguaje verbal, finalmente se realizó un estudio comparativo entre el cuestionario implementado al inicio y al final de la investigación para determinar la relación entre la aplicación de la estrategia y el alcance del aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto enlace químico y los temas asociados al mismo.

Los resultados obtenidos por los estudiantes en el pretest y postest se pueden observar en la gráfica 1, en la que se presentan las respuestas de las preguntas 3 y 4 diseñadas para evaluar el nivel de conocimiento del estudiante en el concepto de enlace químico, así como sus concepciones alternativas frente a temas fundamentales para el aprendizaje del mismo que pueden ser empleados como elementos en el planteamiento de su argumento.



Gráfica 1. Resultados pre-test y post-test en el lenguaje verbal

En la exploración de ideas previas la población estudiantil empleaba solo datos desconectados para dar explicaciones a los fenómenos presentados, en la gráfica 1 se observa que hasta el 65% de la población para dar respuesta a la pregunta 3 y 4 solo reconocen una afirmación, en el post-test más del 50% de la población utiliza hasta las garantías para redactar sus argumentos. Como es el caso del estudiante 7 (Ilustración 2) que para explicar la formación de los enlaces solo expresa “yo pensé que debían estar unidos por lo que uní 2 electrones entre los dos”.

Sustancia	Características de los elementos			Dibujo del enlace	Justificación	Procedimientos
	Elemento	n° de valencia	Electroneg.			
CaO Óxido de Calcio	Ca	2	1,0	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{Ca} : \text{O} : \\ \cdot\cdot \end{array}$	Sus electrones se unen gracias a su electronegatividad y así se cumple la ley del octeto.	Los electrones de valencia se unen al otro elemento formando así un enlace iónico formado por un metal y un no metal.
	O	6	3,5			
O ₂ Oxígeno	O	6	3,5	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \\ \text{O} : \text{O} : \\ \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \end{array}$	El oxígeno se une con otro oxígeno gracias a sus electrones de valencia y la capacidad que tienen de enlazarse.	Sus electrones se complementan primero se miran cuantos tienen y como se puede formar el enlace.
H ₂ O Agua	H	1	2,1	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$	El enlace se forma ya que los hidrogenos son mas atómicos por el oxígeno generando así un enlace.	Hidrogeno y oxígeno, unidos tienen cargas diferentes por lo cual forman un enlace.
	O	6	3,5			

Ilustración 2. Argumentación del estudiante 7 para la formación de enlaces en el pretest

En el post-test (gráfica 1) hasta el 55% de los estudiantes en la actividad 3 emplea en sus argumentaciones las garantías, un elemento fundamental que le da soporte a los argumentos, ya que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones, en este nivel el estudiante es capaz de reconocer las leyes o principios que explican un fenómeno teniéndolos en cuenta al momento de escribir su argumento. De esta manera se puede observar el cambio que se da en los argumentos presentados por el estudiante 7, el cual, después de terminar las guías y ser evaluado nuevamente en el post-test expresa como se ve en la ilustración 3 “sus electrones se unen gracias a la electronegatividad y así se cumple la ley del octeto formando un enlace iónico formado por un metal y no metal”.

Sustancia	Características de los elementos			Dibujo del enlace	Justificación	Procedimientos
	Elemento	n de valencia	Electroneg.			
CaO Óxido de Calcio	Ca	2	1,0		Tienen que tener ocho electrones de valencia por lo que los unimos	Yo pensé que debían estar unidos por lo que uní 2 electrones entre los dos.
	O	6	3,5			
O ₂ Oxígeno	O	6	3,5		// lo mismo ↑	// lo mismo ↑
H ₂ O Agua	H	1	2,1		//	//
	O	6	3,5			

Ilustración 3. Argumentación del estudiante 7 para la formación de enlaces en el postest

III. CONCLUSIONES

La competencia comunicativa es esencial en el arte de hacer ciencia, es evidente que la falta de aprendizajes significativos limitan al estudiante para expresar ideas o recuerdos que tiene sobre algún concepto, generando un discurso con falencias propias de su desconocimiento, el cual será insuficiente para describir los procesos observados, con la implementación de estrategias argumentativas como el modelo de Toulmin se fortalece dicha habilidad, para efecto de esta investigación se tiene que más del 70% de los estudiantes identificó los principales elementos como son los datos y las garantías asociadas a una afirmación, los cuales permitieron evidenciar el avance significativo en las explicaciones que los educandos plantearon al finalizar la secuencia de guías que fortalecieron el concepto de enlace. Competencia que repercute en otras áreas de conocimiento al ser un eje transversalizador de la comunicación de los modelos mentales presentes en el estudiante.

El uso de los lenguajes de la química en el diseño de actividades para desarrollar contenidos escolares, es un medio a través del cual el alumno adquiere desde diferentes perspectivas información sobre los temas que se quieren desarrollar,

alcanzando las competencias conceptuales necesarias para tener elementos de anclaje que les permitirán conectar los nuevos conocimientos que deben pasar de la memoria a corto plazo a la memoria a largo plazo.

Se destaca el fortalecimiento de competencias básicas en los estudiantes, en el marco del modelo constructivista y del aprendizaje significativo se constituyó en una propuesta pedagógica que pone al estudiante en un rol central en el aula de clase, reestructurando sus estructuras cognitivas a partir de un proceso autónomo mediado por el uso de estrategias que implementan el lenguaje verbal, teniendo educandos motivados por la ciencia y con competencias que les permiten emplear sus habilidades tecnológicas para explicar exitosamente lo aprendido.

REFERENCIAS

- [1] Galagovsky, L., Bekerman, D., Di Giacomo, M. y Ali, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. *Ciencias Educativas*, 20(4), 758-799.
- [2] Galagovsky, L., Rodríguez, M., Stamati, N. y Morales, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Investigación Didáctica*, 21 (1), 107-121.
- [3] Olaya, O. (2017). Desarrollo de procesos argumentativos desde las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas. *Universidad Autónoma de Manizales, Maestría Virtual en Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 45-56.
- [4] Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R. y Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación Química*, 25(1), 46-55.
- [5] Ordoñez, C. (2016). Unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto Enlace Químico (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia
- [6] Pinzón, L. (2014). Aportes de la argumentación en la constitución de pensamiento crítico en el dominio específico de la química (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- [7] Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21 (2), 307-327.

- [8] Triana, O. (2016). Enseñanza-aprendizaje de grupos funcionales de la química orgánica, basado en la extracción de principios activos presentes en la especie vegetal *Lippia alba* (Alivia Dolor) (Tesis maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Biografía.Autor 1: Luz Adriana Ramírez Quintero

Magíster en la enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional sede Manizales; Licenciada en Ciencias Naturales, de la Universidad del Tolima; Tecnóloga Química, de la Universidad Tecnológica de Pereira; Docente de Biología y Química en secundaria y media en el Colegio Liceo Campestre de Pereira.

Biografía.Autor 2: Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez

Magister en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. ORCID: 0000-0002-4102-5701.

Áreas de investigación: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales, Química General.

Biografía.Autor 3: Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; Investigador Asociado Colciencias. ORCID: 0000-0002-0227-588X.

Áreas de investigación: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Exactas y Naturales, Química Orgánica.



PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE BIOQUÍMICA EN GRADO 11¹

Proposal for the teaching
of biochemistry in grade 11

Á. M. García² y H. J. Osorio³

1 Este artículo es el resultado del trabajo de investigación de maestría “Enseñanza sobre las ciencias exactas y naturales” de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, que lleva como título “Propuesta para la Enseñanza de bioquímica en grado11”

2 MECEN universidad Nacional de Colombia; código ORCID 0000-0002-8424-8112 angmgarciaoso@unal.edu.co

3 Universidad Nacional de Colombia; código ORCID 0000-0002-0227-588X osoriozu@unal.edu.co

Resumen

La bioquímica es un área integradora de conceptos biológicos y químicos. En los primeros semestres de la universidad se presentan dificultades a la hora de relacionarlos y de aprender bioquímica. Partiendo de este problema, se plantea enseñar bioquímica como una materia electiva en una institución privada de la ciudad de Manizales, se organiza un plan curricular y se propone enseñar uno de sus temas, “Las macromoléculas”, por medio del diseño e implementación de una unidad didáctica que cuenta con una serie de actividades, laboratorios y proyectos que serían evaluados durante y después de la implementación de la estrategia metodológica: por medio de un postest, cuyas respuestas fueron comparadas con la prueba diagnóstico, se evidenció una mejor comprensión del tema después de la aplicación de la estrategia metodológica y se observó un mejor desempeño de los estudiantes sobre el tema macromoléculas, elevando el porcentaje de alumnos por encima del 70%, en comparación con la prueba diagnóstica. Como productos de este trabajo se obtuvo una unidad didáctica, videos de laboratorios de macromoléculas y un laboratorio interactivo de análisis de macromoléculas que lleva a los estudiantes a una mejor comprensión de los conceptos bioquímicos.

Palabras clave

Carbohidratos, EpC, Lípidos, Macromoléculas, unidad didáctica.

Abstract

Biochemistry is a science that studies the chemical composition of living beings. This study allows one to observe the importance of teaching biochemistry as a subject in schools and the importance of integrating the area of biological and chemical concepts in the classroom. As is known, there is difficulty relating these diverse concepts when learning biochemistry. Starting from this problem, it is proposed to teach biochemistry as an elective matter in a private institution in the city of Manizales. A curricular plan is organized and it is proposed to teach one of its subjects’ “macromolecules”. Through the design and implementation of a didactic unit with the quality the student has an active process in their learning based on the teaching for understanding, has a series of activities, laboratories and projects that have evaluations evaluated during and after the Implementation of this methodological strategy: Student performance was evaluated in various ways. Since this unit has a series of activities, laboratories and projects that were to be evaluated during and after the implementation of this strategy, and accurate evaluation of student learning was possible. The



final evaluation, and the comparison with the diagnostic test, showed that the students' performance had indeed improved. After the application of the strategy, percentages of higher than 70% were observed. It was observed that students could communicate ideas regards to the contents of structure and function of macromolecules, their reactions and metabolism in organisms, all of which was outlined by the curriculum. As products of this work we obtained a didactic unit, videos of macromolecule laboratories and an interactive macromolecule analysis laboratory that leads students to a better understanding of biochemical concepts

Keywords

EpC, macromolecules, carbohydrates, lipids, carbohydrates, didactic unit.

I. INTRODUCCIÓN

En los programas curriculares a nivel nacional, asignaturas como biología y química son obligatorias en la educación media vocacional, sin embargo, se enseñan por separado y en grados escolares diferentes. Por tal motivo, los estudiantes aprenden conceptos propios de estos campos disciplinares de manera separada.

Temas como proteínas, lípidos, carbohidratos, transporte de membrana, reacciones metabólicas, se enseñan en diferentes grados como parte de una unidad de biología o química. De igual manera, dichos temas se abordan en los libros de ciencias de grado 9° y 11°, como parte de una unidad con un solo enfoque, el biológico o el químico. Esta es una de las razones por las que estos conceptos se aprenden con poco nivel de profundidad, al no haber una relación directa entre los conceptos propios de la biología y la química, lo cual genera vacíos conceptuales en los estudiantes.

Ante esta situación, se propuso desarrollar un programa curricular para la enseñanza de bioquímica, que facilitó el aprendizaje de los estudiantes, teniendo en cuenta los aspectos epistemológicos. Dentro de este programa curricular se usó como recurso la elaboración e implementación de una unidad didáctica para el tema “macromoléculas”

Esta unidad, apoyada en los elementos de la enseñanza para la comprensión, contó con diferentes estrategias didácticas y metodológicas que permitieron integrar conceptos de diferentes áreas como biología, química, fisiología, genética y matemáticas.

A la vez, se constituyen en una base sólida para una futura formación profesional de los estudiantes que ingresan a programas universitarios relacionados con las ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias exactas y naturales, dando las herramientas para la comprensión de temáticas más profundas como biología molecular, fisiología, genética y bioquímica, entre otras.

De otro lado, algunos de los obstáculos a los que el docente se enfrenta son los vacíos conceptuales de los estudiantes, así como la poca capacidad de relacionar contenidos científicos y académicos con su vida cotidiana (fenómenos que ocurren en su cuerpo y en el universo).

Esto hace que se pierdan los conceptos tratados en las aulas, viéndose reflejado en bajos promedios en estas áreas en pruebas de Estado, en los exámenes de admisión a universidades públicas en carreras de ciencias, en los bajos niveles de algunos estudiantes durante los primeros semestres de universidad, para quienes logran ingresar a estas carreras.

Otro obstáculo en la enseñanza de la bioquímica a nivel universitario o de la educación media vocacional, es que falta material didáctico y esto incluye también la falta de creatividad del docente a la hora de preparar sus clases, así como el poco conocimiento por parte de este sobre la didáctica de las ciencias y, en este caso, de bioquímica.

En cuanto a los vacíos conceptuales en temas como “macromoléculas”, son notorios en los estudiantes porque no recuerdan los conceptos, son erróneos, o no los conocen, por lo tanto, se evidencia un bajo nivel académico durante los primeros semestres de sus vidas universitarias.

Un estudio realizado en el Departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, identificó algunos errores u obstáculos conceptuales a la hora de aprender los procesos metabólicos de carbohidratos. Dichos errores fueron organizados en alguna de las dos categorías: la primera relacionada con la falta de construcción de modelos mentales, la segunda en las ideas cerradas y erróneas que tenían los estudiantes. Una vez identificados y analizados los obstáculos, dejaron abierta la posibilidad de hacer una selección más adecuada de los contenidos y metodologías implementadas en cada una de las asignaturas [1].

En esta perspectiva, se comprende que el estudio de las macromoléculas y de la bioquímica en general, reúnen conceptos biológicos y químicos que se presentan como ejes temáticos de la unidad didáctica, siendo esta un recurso que permite a los estudiantes la apropiación de conceptos, y al docente, organizar los conocimientos, las actividades en un tiempo determinado, para facilitar el aprendizaje de los primeros y para una mayor conciencia del segundo sobre el ¿qué? y ¿cómo? Enseña: “Si queremos cambiar la forma de aprender de nuestro alumnado,

Debemos modificar también la forma en la que les enseñamos” [2].

Con base en las consideraciones anteriores, este artículo presenta resultados de una investigación en la que se diseñó una unidad didáctica con diferentes actividades, laboratorios y proyectos de aula, con el objetivo de que generen en el estudiante habilidades de análisis y pensamiento científico bajo los parámetros de la enseñanza para la comprensión.

Como objetivo, se planteó integrar el conocimiento de los procesos biológicos y químicos de una manera más profunda por medio de enseñanza de la bioquímica, para lo cual se diseñó un programa curricular de bioquímica para enseñanza en los colegios; se identificaron los conceptos relacionados de una manera interdisciplinaria, y se diseñó una unidad didáctica del tema “macromoléculas”, orientada a estudiantes de grado 11 para la enseñanza de la bioquímica

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Esta propuesta se elaboró en fases. En la primera se identificaron los conocimientos previos de los estudiantes por medio de la aplicación de un pretest. Los resultados permitieron identificar sus conocimientos sobre bioquímica y macromoléculas para, posteriormente, realizar un plan curricular.

En la fase dos se eligió uno de los temas para diseñar “la unidad didáctica” como herramienta metodológica, conformada por tres guías con referentes teóricos, actividades, laboratorios y proyectos. En la fase tres se aplicó la unidad didáctica por un periodo de 5 ciclos (4 clases por ciclo). La última etapa fue evaluativa, para lo cual se aplicó un postest. Los resultados se recopilaron y fueron categorizados, analizados y comparados de manera descriptiva, donde se evidencian los conocimientos adquiridos por los estudiantes.

La unidad didáctica, “Las macromoléculas”, se enfocó en el modelo constructivista y siguió el modelo de UD [3]. En su diseño se tuvieron en cuenta las siguientes fases: 1. Exploración, 2. Introducción de nuevos conceptos, 3. Sistematización y 4. Aplicación. Se propone, además, hacer una 5ª evaluación mediante proyectos de aula para mejorar los niveles de

Comprensión del tema. Cada etapa contiene los objetivos y las actividades, así como una serie de indicaciones para los profesores. La estructura de la unidad didáctica es la siguiente:

1. Presentación: introducción del eje temático.
2. Planificación docente: corresponde al trabajo del docente para preparar de forma organizada y detallada el tema, organizar la secuencia de aprendizaje dentro de una sesión para tener un mejor uso del tiempo. Esta planificación comprende: a) Objetivos, b) Aprendizajes esperados, c) Campo temático y d) Temporalidad.
3. Desarrollo de la unidad didáctica, que incluye: a) Exploración, b) Introducción a nuevos conocimientos, c) Sistematización, y d) Aplicación.
4. Evaluación: la unidad didáctica cuenta criterios de evaluación que sirven como indicadores de logro de aprendizaje de los estudiantes; también aporta información sobre el desarrollo de habilidades y competencias de los mismos.

La investigación titulada “Propuesta para la enseñanza de la bioquímica en grado 11”, integra un laboratorio interactivo de macromoléculas con una fase introductoria al tema, una biblioteca con 5 artículos en línea, tres actividades, prácticas de laboratorio virtuales: introducción, guía de laboratorio, tablas de resultados y actividades evaluativas.

Se acude a lenguajes específicos de programación para abordar el proceso de diseño, de acuerdo con los requerimientos del proyecto y el contexto de la Educación Nacional, en tanto tecnología disponible. HTML5, CSS3, JAVA SCRIPT, son los lenguajes de programación que permiten animar, dar movimiento y generar interactividad dentro de la unidad didáctica, con un laboratorio virtual propuesto en el proyecto. Los lenguajes de programación enunciados son libres y contribuyen a que lo diseñado sea adaptable a diversos sistemas operativos.



Fig. 1. Laboratorio interactivo

Este laboratorio interactivo es uno de los proyectos seleccionados y promovido por la Dirección Nacional de innovación académica de la Universidad Nacional de Colombia. Ejecuta acciones en un proyecto de investigación para desarrollo e implementación de recursos educativos digitales (red), que apoyen el desarrollo de innovaciones pedagógicas.



Fig. 2. Laboratorio Interactivo

En el análisis de los resultados, se comparan e interpretan los resultados en porcentajes que obtuvieron los alumnos durante el pretest y el postest. Antes y después de la implementación, se aplicaron 14 preguntas relacionadas con el tema

de los carbohidratos. Dicho análisis deja ver un incremento en los porcentajes de respuestas correctas de cada pregunta, ya que antes de la aplicación del pretest y la unidad didáctica, la mayoría de preguntas tenían un porcentaje inferior al 50%, demostrando conocimientos insuficientes acerca de las macromoléculas, desde un punto de vista bioquímico. También se evidenció confusión y mala comprensión lectora. Después de la aplicación de la estrategia metodológica, se observó en los resultados del postest que los estudiantes tuvieron más manejo y comprensión del tema; esto se evidencia en los porcentajes de las preguntas, todas superan el 50%, a excepción de la pregunta 8, cuyo valor exacto es 50%; aunque su incremento fue mínimo, se dio ya que en la primera aplicación el porcentaje fue de 41%.



Fig. 3. Comparación porcentajes pretest y postest

Por grupos de preguntas también se obtienen diferencias en los porcentajes, como se ve en el siguiente análisis: en el grupo 1 que corresponde a dos preguntas generales sobre macromoléculas, hubo un aumento del 41%. En el grupo 2 cuyas preguntas corresponden a los carbohidratos, el incremento fue de 28%, aproximadamente. Grupo 3, con preguntas acerca de proteínas, presentó un aumento de 31%. En el grupo 4, que corresponde a las preguntas sobre lípidos, el incremento fue de 52%.

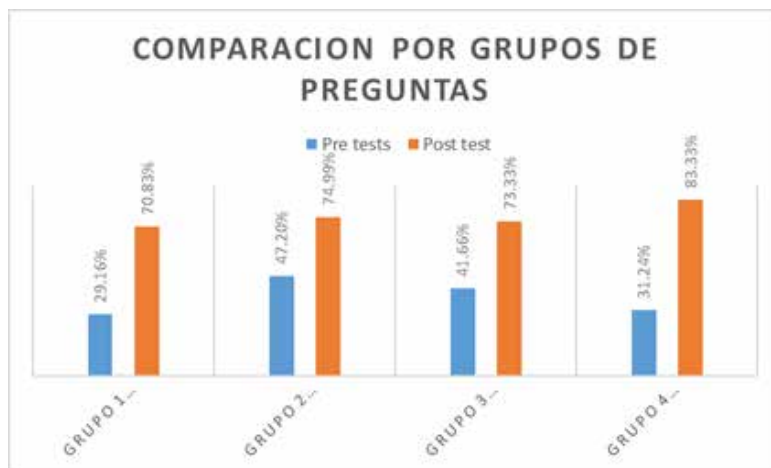


Fig. 4. Comparación porcentajes pretest y postest por grupos de preguntas.

En el pretest, el grupo de preguntas que obtuvo mayor porcentaje, a pesar de no superar el 50%, fue el grupo 2, correspondiente a carbohidratos con un 47%. Esto se explica, ya que es el grupo alimenticio que se trabaja más en ciencias y en biología, acercando a los estudiantes al concepto. Después del postest, las gráficas muestran que este grupo aumenta aproximadamente en 75%. El grupo de preguntas con el porcentaje más alto fue el grupo 4 correspondiente a los lípidos, con un porcentaje de 83%.

III. CONCLUSIONES

El conocimiento del referente epistemológico de la bioquímica otorgó un mayor significado a los conceptos trabajados en las estrategias metodológicas utilizadas, y permitió dar más profundidad y sentido al tema desde un contexto histórico, buscando así una mejor comprensión del mismo.

El trabajo de aula se potencializa con el uso de una unidad didáctica cuando los objetivos son claros y alcanzables, cuando tiene una secuencia ordenada y coherente de temas, con una diversidad de actividades que generen el interés y faciliten el desarrollo de los procesos de comprensión. Se potencian las capacidades y da sentido al trabajo docente y al aprendizaje de los estudiantes en el salón de clase.

La aplicación de la unidad didáctica llevó a la apropiación de contenidos por parte de los estudiantes de una manera crítica y reflexiva, ya que se adaptaron los conceptos de carbohidratos, lípidos y proteínas a su vida cotidiana, a su cuerpo y a los procesos industriales por medio de actividades, experimentos y proyectos que se articularon y se socializaron, permitiendo la construcción del conocimiento.

Se evidenció una mejor comprensión del tema después de la aplicación de la estrategia metodológica, al hacer un análisis y comparación entre el pretest y el postest. Los resultados muestran un mejor desempeño de los estudiantes en el tema de las macromoléculas, pues se eleva el número de respuestas correctas del postest y, con ello, el porcentaje de alumnos por encima del 70%, en comparación con la prueba diagnóstica.

La evaluación continua es fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que este es un instrumento que permitió un aprendizaje más sólido. Con ella, se evidenció el cumplimiento de los objetivos planteados y cómo los estudiantes llegaron a adquirir y comprender los saberes esperados, demostrando que la implementación de la unidad didáctica y la evaluación continua son factores influyentes en el aprendizaje, entonces, se mejora el desempeño académico de los mismos.

REFERENCIAS

- [1] J. Sofía y L. R. Garófalo, L. R., “Dificultades en el aprendizaje del metabolismo de los carbohidratos. Un estudio transversal”, *Revista Química Viva*, vol. 13, no 1. , 2014.
- [2] J. I. Pozo y M. A. Municio, *Aprender a enseñar ciencias* (5a ed). Madrid: Ediciones Morata, S. L., 2006.
- [3] M. Quintanilla, C. Merino y S. Daza, Unidades didácticas en química, Julio de 2010. Disponible en: http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia.pdf.

Autor 1: Ángela María García Osorio


Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.

Áreas de investigación: Educación



Autor 2: Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias – Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Magister en Ciencias Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá; Magister en Desarrollo Educativo y Social de la Universidad Pedagógica Nacional; Licenciado en Biología y Química de la Universidad de Caldas.



DEGRADACIÓN DE COLORANTES EN AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA TEXTIL A PARTIR DE LA REACCIÓN FENTON¹

Dyes degradation in wastewater from
the textile industry from the Fenton reaction

M. Quintero², J. A. Rodríguez³ y H. Reyes⁴

1 Producto derivado del proyecto de investigación “DEGRADACIÓN DE COLORANTES EN AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA TEXTIL A PARTIR DE LA REACCIÓN FENTON”. Presentado por el Grupo de Investigación en Ciencias Ambientales, de la Universidad del Quindío. Como requisito para obtener el título de Magister en Química.

2 M. Quintero docencia en el Departamento del Quindío, estudiante de doctorado en Ciencias de la universidad DEL QUINDÍO, Armenia (Colombia); mquinteror_3@uqvirtual.edu.co; mquinter@crystal.com.co

3 J. A. Rodríguez docente de la universidad del Quindío; <https://orcid.org/0000-0001-7475-1662>; jarodriguez@uniquindio.edu.co

4 H. Reyes docente de la universidad del Quindío; <https://orcid.org/0000-0003-3524-8658>; hreyes@uniquindio.edu.co

Resumen

Se plantea una solución tanto a la problemática de seguridad industrial y de mejoramiento a los procesos ambientales en las industrias textiles. El objetivo de este trabajo fue degradar colorantes en aguas residuales provenientes de la industria textil a partir de la reacción Fenton. Para ello se realizó la toma de muestra en condiciones reales de operación, en el tanque de homogenización de la planta de tratamiento de aguas residuales de Industrias Printex S.A.S. Se utilizó un floculador de 6 puestos; encontrando como dosis óptima una concentración de 570 ppm de hierro y 38 ppm de peróxido de hidrogeno, valor encontrado mediante el programa STATGRAPHICS con el diseño 2k de superficies de respuesta. Se comparó el tratamiento actual y el tratamiento propuesto realizando una ANOVA multifactorial con los datos recolectados al aplicar el tratamiento en tres (3) tanques diferentes, encontrando que es más eficiente el tratamiento propuesto (Fenton).

Palabras clave

Agua residual, colorantes, Fenton.

Abstract— Intructions

A solution is proposed to both the problems of industrial safety and improvement of environmental processes in the textile industries. The objective of this work was to degrade dyes in waste water from the textile industry from the Fenton reaction. For this, the sample was taken under real operating conditions, in the homogenization tank of the wastewater treatment plant of Industrias Printex S.A.S. A 6-position flocculator was used; Finding as an optimal dose a concentration of 570 ppm of iron and 38 ppm of hydrogen peroxide, a value found through the STATGRAPHICS program with the 2k design of response surfaces. We compared the current treatment and the proposed treatment by performing a multifactorial ANOVA with the data collected when applying the treatment in three (3) different tanks, finding that the proposed treatment (Fenton) is more efficient.

Keywords

Waste water, colorants, Fenton

I. INTRODUCCIÓN

La presencia de colorantes en los cuerpos de agua tiene graves consecuencias ambientales. Por un lado, dificultan la difusión del oxígeno y la luz al tiempo que producen un aspecto antiestético, y por otro son considerados como persistentes en el ambiente debido a su naturaleza química; además, algunos de sus precursores o subproductos son cancerígenos.

Dentro de los procesos de tratamiento de aguas residuales industriales, se encuentra la degradación de colorantes, donde se utiliza como insumo el cloro; siendo éste el insumo químico que representa mayor riesgo tanto para el personal que labora en la empresa y sus alrededores, como para el medio ambiente; se buscó una alternativa diferente para realizar el proceso de degradación de colorantes de las aguas residuales industriales.

El proceso Fenton ha resultado efectivo para degradar compuestos alifáticos y aromáticos clorados, PCBs, nitroaromáticos, colorantes azo, clorobenceno, fenoles. Son muy pocos los compuestos que no pueden ser atacados por este reactivo; entre ellos la acetona, o el ácido acético [García-Montaña 2007, Pignatello et al. 2006, Parag et al. 2004, Vogelpohl et al. 2004]. Se ha aplicado exitosamente para la reducción de la DQO de aguas municipales y subterráneas y en el tratamiento de efluentes de lixiviados de vertederos municipales y empresas papeleras y textiles. [Papadopoulos et al., 2007; Rodrigues et al., 2009].

El reactivo de Fenton es una mezcla de peróxido de hidrógeno e ion ferroso (Fe^{2+}) que produce el radical libre hidroxilo (HO^\cdot) y el ion férrico (Fe^{3+}). [TRAGUA, 2012].

El radical libre hidroxilo es la especie oxidante primaria, formada por la descomposición del peróxido de hidrógeno, catalizada por Fe^{2+} en ausencia de agentes quelatantes del ion ferroso. Es el segundo agente oxidante después del flúor (HO^\cdot , $E_0 = -2.8 \text{ V}$ vs. flúor, $E_0 = -3.0 \text{ V}$), y es capaz de realizar oxidaciones no específicas de algunos compuestos orgánicos. Cuando se genera una concentración suficiente de radical libre hidroxilo y otros radicales, las reacciones de oxidación de los compuestos orgánicos pueden llegar hasta una total mineralización. [Zazo, 2004].

Teniendo en cuenta lo anterior, se propuso desarrollar un proyecto de investigación, donde se evaluará otra alternativa como el Fenton, que permita mejorar la degradación de colorantes en las aguas residuales industriales y eliminar el uso de cloro en dicho proceso. Evitando que a los recursos hídricos lleguen compuestos orgánicos de difícil degradación, muchos de ellos tóxicos, como es el caso de algunos colorantes. Esto permitirá que las plantas de potabilización capten aguas de más fácil tratamiento, y la fauna y flora acuáticas corran menos peligro de extinción.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la empresa Industrias Printex S.A.S.

A. Diseño experimental

El diseño experimental usado para determinar la dosis óptima del reactivo Fenton fue un diseño factorial 2^k ; donde se tienen k factores, cada uno con solo dos niveles que para este caso son cuantitativos (concentración de sulfato ferroso heptahidratado y concentración de peróxido); la variable a estudiar es el color, teniendo en cuenta que es lo que se busca es degradar. Los resultados se procesaron estadísticamente con un nivel de confianza del 95% y se construyeron superficies de respuesta.

Para evaluar el comportamiento del Fenton se tomaron tres tanques diferentes, se realizaron pruebas por triplicado y se compararon con el tratamiento usado actualmente (cloro). Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza - ANOVA multifactorial al 95% de confianza estadística para las variables DQO y color real. Para determinar diferencias entre tanques y comparar los dos tratamientos (proceso convencional y Fenton).

B. Toma de muestra

Se toman muestras en condiciones reales de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales. Para el caso específico la planta cuenta con dos tanques de homogenización los cuales operan por baches; de

esta forma la muestra es tomada una vez el tanque está lleno y justo antes de realizar el proceso de cloración.

Las muestras fueron tomadas, preservadas, transportadas y analizadas de acuerdo con lo establecido en los métodos estándar de análisis de aguas, ed. 22. [APHA. 2013].

C. Determinación de Color Real

La medición de color se llevó a cabo en un espectrofotómetro Hewlett packard 8453, de acuerdo con lo establecido en la ISO 7887:2011 [ISO, E. (2012)], en cumplimiento a los requisitos de la resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Los análisis realizados en el laboratorio LAIMAQ S.A.S., ubicado en la ciudad de Armenia, Q.

D. Determinación de pH y Temperatura

La determinación de pH y temperatura se realizó con un potenciómetro HACH sensION + 5059 portátil, electrodo de múltiples parámetros: pH, conductividad y temperatura.

E. Determinación de la DQO

Los análisis de DQO se realizaron por el método de reflujo cerrado. Los equipos utilizados fueron el Termorreactor Spectroquant® serie TR, MERCK. Modelo TR320.

F. Determinación de la dosis óptima del reactivo Fenton

Con el fin de determinar las condiciones de tratamiento, tales como: la concentración del reactivo de hierro y del agente oxidante, se realizaron pruebas variando cada uno de estos parámetros. Los ensayos se efectuaron a pH <5, teniendo en cuenta que es el valor al cual se encuentra el agua en los tanques de homogenización y evitar el incremento de costos por adición de ácidos. Los reactivos utilizados para el tratamiento fueron: peróxido de hidrógeno y sulfato de ferroso heptahidratado.

**Tabla I - Concentraciones utilizadas
para determinar la dosis óptima de Fe(II) y H₂O₂**

Concentración sulfato ferroso heptahidratado (ppm)	[H ₂ O ₂] (ppm)
50	15
250	15
450	15
650	15
850	15
50	25
250	25
450	25
650	25
850	25
50	35
250	35
450	35
650	35
850	35
50	45
250	45
450	45
650	45
850	45
50	55
250	55
450	55
650	55
850	55
50	65
250	65
450	65
650	65
850	65

Los tiempos y las velocidades se tomaron de acuerdo con las condiciones de operación actuales de la planta.

Tabla II - Condiciones iniciales del agua en el tanque de homogenización

Tanque	pH (UN)	Temperatura (°C)	Color real (m ⁻¹)		
			436 nm	525 nm	620 nm
1	4.71	35	5,6148	8,1627	5,0651

G. Aplicación de la dosis optima en tres tanques y comparación con el proceso convencional.

Se realizan pruebas por triplicado con la dosificación encontrada a 3 tanques diferentes, para de determinar diferencias entre tanques. Adicionalmente, se toman muestras por triplicado de la misma agua tratada con cloro.

Tabla III - Condiciones iniciales del agua en cada tanque de homogenización

Tanque	pH (UN)	Temp. (°C)	DQO (mg/L)	Color real (m ⁻¹)		
				436 nm	525 nm	620 nm
1	4,98	35	435	11,835	8,8813	8,2617
2	4,93	35	605	26,459	22,342	20,517
3	5,00	35	534	79,471	70,215	64,306

H. Prueba de dosis mínima y escalamiento a las condiciones reales de la planta de tratamiento

Se observa que con dosis bajas también se genera degradación de color en altos porcentajes; es de anotar que a mayor dosis el costo se hace más alto por tal razón se decide montar una prueba en planta usando dosis mínimas de sulfato ferroso heptahidratado y peróxido, que permita igualar la degradación de color que se lleva a cabo con el proceso convencional y a su vez genere menor impacto tanto ambiental como de riesgo ocupacional.

Al verificar que la prueba funciona en la jarra, se realizaron los cálculos matemáticos para dosificar en el tanque de homogenización y se aplicó el proceso en planta.

Se realizó medición de pH, DQO y color, tanto al agua antes y después del tratamiento con Fenton.

I. Optimización de la formulación del reactivo Fenton

En la Fig. 1, se observa el equipo usado para realizar las pruebas y los elementos usados para la toma de muestras que posteriormente se analizaron. También, se puede observar visualmente la degradación del color.



Fig. 1. Equipo de jarras usado para llevar a cabo la reacción

La optimización del diseño experimental de superficie de respuesta indicó las concentraciones óptimas de sulfato ferroso heptahidratado y peróxido que dan como resultado la menor absorbancia, la cual está directamente relacionada con el menor valor de color. Para el análisis de datos se utilizó el software (Statgraphics Centurión XVI).

Tabla IV Valores óptimos de concentraciones de sulfato ferroso heptahidratado y peróxido

Longitudes de onda	436 nm	525 nm	620 nm	Promedios
$[H_2O_2]$ (ppm)	34	37	41	38
Concentración sulfato ferroso heptahidratado (ppm)	595	583	536	571

Los parámetros óptimos de concentración de sulfato ferroso heptahidratado y peróxido, para obtener una mayor degradación del color medido a 436 nm es 595:34; para el color medido a 525 nm es 583:37 y para el color medido a 620 nm es 536:41. Con el fin de establecer un valor que logre las mejores remociones

en las tres longitudes de onda se calcula el promedio de los valores óptimos, para lo cual se obtuvo el resultado 571:38.

La Fig. 2, es una representación gráfica del diseño de superficie de respuesta optimizado para la menor absorbancia de la muestra a 436 nm.

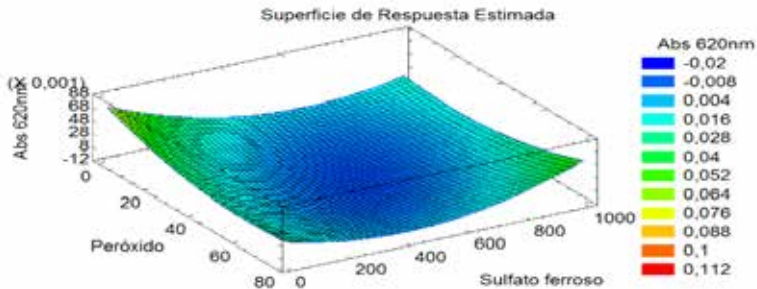


Fig. 2. Superficie de respuesta de la absorbancia a 436 nm

La Fig. 3, es una representación gráfica del diseño de superficie de respuesta optimizado para la menor absorbancia de la muestra a 525 nm.

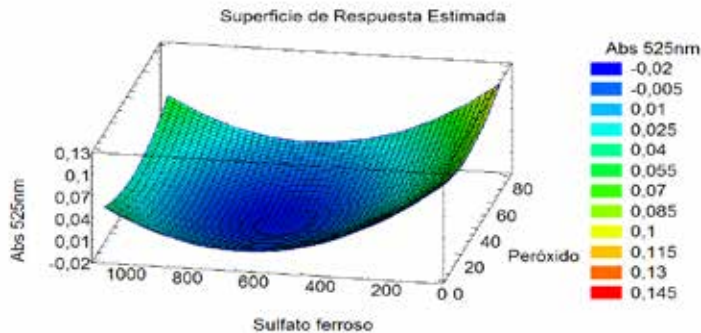


Fig. 3. Superficie de respuesta de la absorbancia a 525 nm

La Fig. 4, es una representación gráfica del diseño de superficie de respuesta optimizado para la menor absorbancia de la muestra a 620 nm.

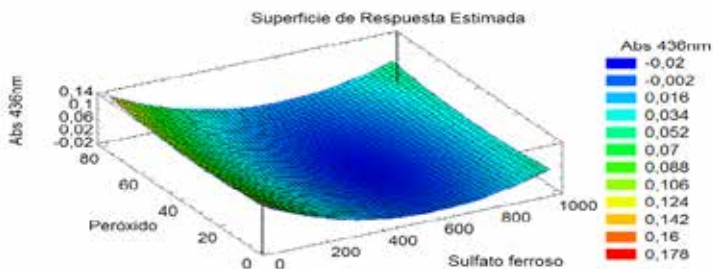


Fig. 4. Superficie de respuesta de la absorbancia a620 nm

El análisis de varianza – ANOVA del modelo de superficie de respuesta para las absorbancias a 436 nm, 525nm y 620 nm muestra que el Fenton degrada el color en un amplio rango de combinaciones de concentración de sulfato ferroso heptahidratado y peróxido; con lo cual se puede buscar minimizar los costos a la hora de escalar el proyecto.

J. Análisis de varianza multifactorial para comparar los procesos convencional y Fenton en tres tanques

Con los valores de las dosis óptimas encontradas en el anterior análisis se trataron tres muestras tomadas de tres tanques diferentes a las que se les realizó análisis de DQO y color con el fin de evaluar la eficiencia del tratamiento con Fenton y compararlo con el tratamiento convencional.

Tabla V - Resultados del análisis de DQO a las muestras antes y después de los tratamientos

Tanques	Análisis de DQO (mg/L)		
	Inicial	Tratamiento convencional	Tratamiento Fenton
1	435	265	189
		252	200
		271	198
2	605	394	345
		396	362
		394	348
3	534	351	308
		352	285
		346	296

Se realizó el análisis estadístico de los datos experimentales, empleando para ello un análisis de varianza – ANOVA multifactorial, como se puede observar en la Tabla VI; de acuerdo con los valores arrojados de P ($p < 0.05$) se encuentra que los factores tanques y tratamientos tienen influencia significativa en la variable respuesta. Por lo tanto, se muestra que existen diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla VI - Análisis estadístico ANOVA multifactorial de los datos experimentales de DQO

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: Tratamiento	13338,9	1	13338,9	225,45	0,0000
B: Tanque	64114,8	2	32057,4	541,82	0,0000
INTERACTIONS					
AB	434,778	2	217,389	3,67	0,0569
RESIDUAL	710,0	12	59,1667		
TOTAL (CORRECTED)	78598,4	17			

En la Fig. 5, se muestra la variación de la DQO en cada tanque y en los tratamientos aplicados. Allí podemos observar que en los tres tanques funciona mejor el tratamiento Fenton ya que se obtienen menores valores de DQO. Cabe resaltar que los valores iniciales de DQO en cada tanque son diferentes, siendo el más alto el del tanque 2.

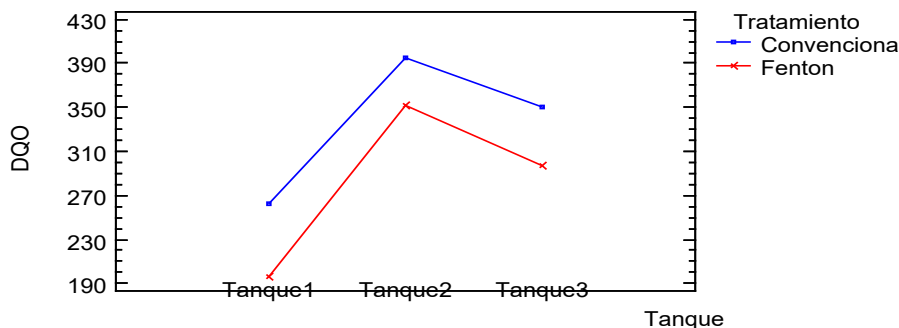


Fig. 5. Variación de la DQO en cada tanque y en los dos tratamientos aplicados

Tabla VII - Resultados del análisis de color m^{-1}
a 436 nm a las muestras antes y después de los tratamientos

Tanques	Color 436 nm (m^{-1})		
	Inicial	Tratamiento convencional	Tratamiento Fenton
1	11,835	0,040	0,164
		1,912	0,000
		6,054	1,760
2	26,459	0,000	3,810
		1,222	1,762
		10,143	0,000
3	79,471	0,000	0,000
		2,974	0,396
		0,000	1,042

Se realizó el análisis estadístico de los datos experimentales, empleando para ello un análisis de varianza – ANOVA multifactorial, de acuerdo con los valores arrojados de P ($p > 0.05$) se encuentra que los factores tanques y tratamientos no tienen influencia significativa en la variable respuesta; es decir, el color m^{-1} a 436 nm, el color m^{-1} a 525 nm y color m^{-1} a 620 nm; no varía significativamente en cada tanque y no difiere en los tratamientos estudiados. Por lo tanto, se muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95,0%

En la Fig. 6, se muestra la variación del color m^{-1} a 436 nm en cada tanque y en los tratamientos aplicados.

En la Fig. 7, se muestra la variación del color m^{-1} a 525 nm en cada tanque y en los tratamientos aplicados.

En la Fig. 8, se muestra la variación del color m^{-1} a 620 nm en cada tanque y en los tratamientos aplicados.

Allí podemos observar que en los tres tanques funciona mejor el tratamiento Fenton ya que se obtienen menores valores de color m^{-1} a 436 nm, a 525nm y a 620nm. Cabe resaltar que los valores iniciales de color m^{-1} a 436 nm, a 525nm y a 620nm en cada tanque son diferentes, siendo el más alto el del tanque 2.

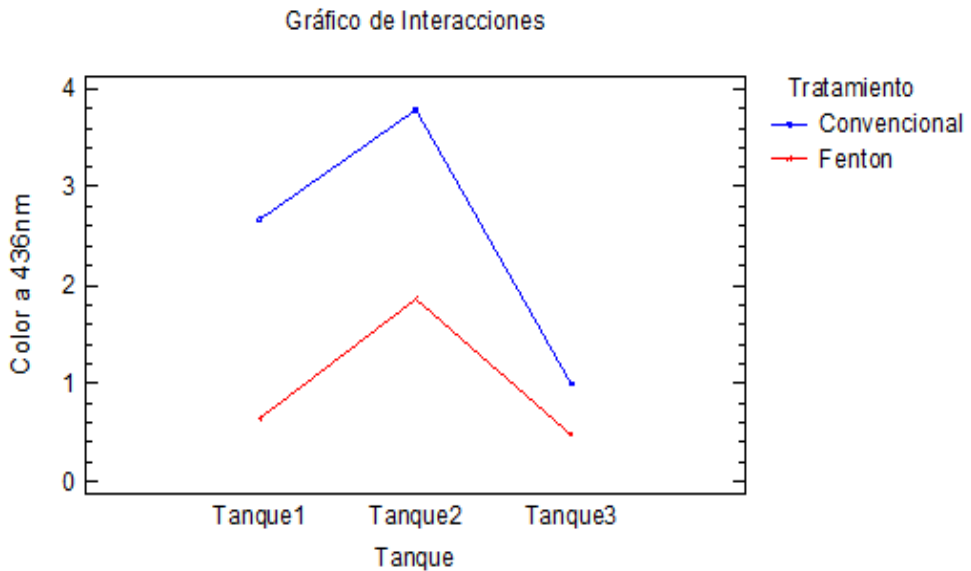


Fig. 6. Variación del Color a 436 nm en cada tanque y en los dos tratamientos aplicados

Tabla VIII - Resultados del análisis de color m^{-1} a 525 nm a las muestras antes y después de los tratamientos

Tanques	Color 525 nm (m^{-1})		
	Inicial	Tratamiento convencional	Tratamiento Fenton
1	8,8813	0,040	0,164
		1,912	0,000
		6,054	1,760
2	22,342	0,000	3,810
		1,222	1,762
		10,143	0,000
3	70,215	0,000	0,000
		2,974	0,396
		0,000	1,042

Gráfico de Interacciones

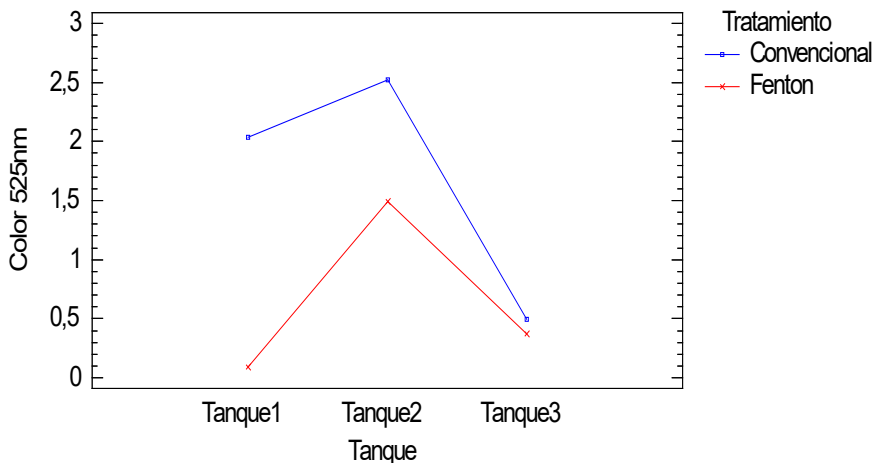


Fig. 7. Variación del Color a 525 nm en cada tanque y en los dos tratamientos aplicados

Tabla IX - Resultados del análisis de color m^{-1} a 620 nm a las muestras antes y después de los tratamientos

Tanques	Color 620 nm (m^{-1})		
	Inicial	Tratamiento convencional	Tratamiento Fenton
1	8,2617	0,000	0,000
		0,334	0,000
		4,838	0,000
2	20,517	0,000	2,068
		0,000	1,316
		5,851	0,000
3	64,306	0,000	0,000
		0,916	0,332
		0,000	0,544

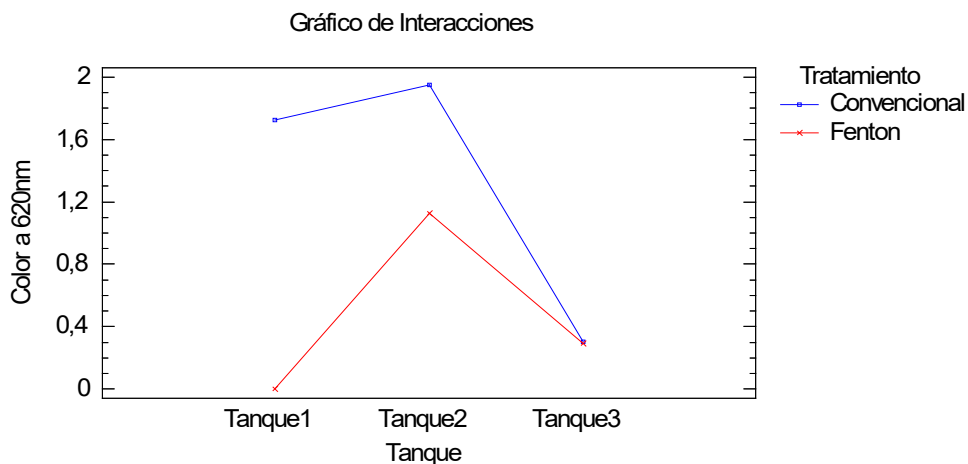


Fig. 8. Variación del Color a 620 nm en cada tanque y en los dos tratamientos aplicados

J. Escalamiento a planta de las dosis mínimas

Tomando como referencia los resultados de las pruebas realizadas anteriormente y en especial las superficies de respuesta, donde se evidencia que la degradación de color inicia al aplicar concentraciones de sulfato ferroso heptahidratado de 200 ppm y concentraciones de peróxido de 25 ppm; se realiza una prueba de jarras con el agua contenida en un tanque de homogenización, evidenciándose allí degradación de color. Con estos valores de concentración y conociendo el volumen del agua almacenada en el tanque se realizan los cálculos matemáticos para escalar las dosis y realizar la aplicación en la planta.

Tabla X - Valores tomados para la prueba en planta

Volumen del tanque (m ³)	Dosis Sulfato ferroso heptahidratado (ppm)	Dosis de peróxido (ppm)	Kg sulfato ferroso heptahidratado	Litros peróxido al 50%
108	200	25	22	5,4

Se procedió a tomar una muestra para compararla con las condiciones iniciales y realizar análisis de color real y DQO tanto a la muestra antes y después del tratamiento con Fenton. En la Fig. 9, se pueden observar las muestras tomadas.



Fig. 9. A la izquierda muestra del tanque de homogenización antes del tratamiento y a la derecha muestra tratada con Fenton y sedimentada previamente

En la Tabla XI, se muestran los resultados obtenidos al analizar las muestras de la Fig. 9, en las variables de color real y DQO. De lo cual podemos observar una remoción del 48% en términos de la DQO. Parámetro que comparado con la resolución 0631 de 2015, que establece un máximo de 400 mg/L de DQO, cumple con el criterio de calidad para vertimientos. El color no se puede comparar ya que no es una variable con parámetro establecido en la norma; sin embargo, se muestran porcentajes de remoción hasta del 65% en este parámetro.

Tabla XI - Resultados del análisis del agua en el tanque de homogenización (antes del tratamiento) y en el vertedero (después del Fenton).

Muestra	pH (UN)	Temp. (°C)	DQO (mg/L)	Color real (m ⁻¹)		
				436 nm	525 nm	620 nm
Tanque de homogenización	5,00	35	560	12,906	10,815	10,536
Vertedero	6,00	35	391	8,005	5,246	3,654
% de remoción			30	38	51	65

K. Análisis costo beneficio del proceso de oxidación

El costo estimado sólo incluye el reactivo Fenton; es decir, no incluye acidulantes ni alcalinizantes. Tomando como referencia que los pH encontrados en los tanques de homogenización son inferiores de 5,00UN, cada vez que se tiñen prendas de nylon no sería necesario el uso de acidulantes. No obstante, cuando el proceso de teñido incluye prendas de algodón y el pH sube se debe aplicar acidulante y llevar el pH mínimo a 5,00UN.

En la operación normal al final del proceso Fenton se debe ajustar el pH mínimo a 6,00UN que es lo establecido en la normatividad de vertimientos, para dicho ajuste se realizaron pruebas con Cal hidratada encontrando que el consumo promedio es equivalente al consumo actual de dicho producto.

En la Tabla XII, se observan las diferencias entre tratamientos Fenton vs Cloro, y encontramos allí el ahorro desde el punto de vista económico al implementar el proceso Fenton.

Teniendo en cuenta que en promedio la planta trata 360 m³/día, el ahorro diario con el tratamiento Fenton asciende a \$10.800=, lo que indica que en los 30 días del mes se ahorrarán \$324.000=, para un total de \$3.888.000= en un año.

Lo anterior indica que si es viable la implementación del proceso Fenton en términos de costos.

Tabla XII - Diferencias entre tratamientos Fenton vs Cloro

TRATAMIENTO FENTON		TRATAMIENTO CON CLORO	
Costo Sulfato ferroso heptahidratado (\$/Kg)	\$ 1.175	Costo coagulante (\$/Kg)	\$ 1.605
Costo Peróxido (\$/Kg)	\$ 2.680	Costo Cloro (\$/Kg)	\$ 4.200
Dosis Sulfato ferroso heptahidratado (ppm)	200	Dosis coagulante (ppm)	110
Dosis Peróxido (ppm)	25	Dosis cloro (ppm)	52
Consumo Sulfato ferroso heptahidratado (Kg/m ³)	0,200	Consumo coagulante (Kg/m ³)	0,109
Consumo Peróxido (Kg/m ³)	0,060	Consumo cloro(Kg/m ³)	0,052
Costo Consumo Sulfato ferroso heptahidratado (\$/m ³)	\$ 235	Costo Consumo coagulante (\$/m ³)	\$ 175
Costo Consumo Peróxido (\$/m ³)	\$ 160	Costo Consumo cloro(\$/m ³)	\$ 218
Costo Total Fenton (\$/m³)	\$ 395	Costo Tratamiento con cloro (\$/m ³)	\$ 393
		Adicionales (costo energético \$/m ³)	\$ 31
		Costo Total con cloro (\$/m³)	\$ 424
Ahorro (\$/m³)		\$ 30	

III. CONCLUSIONES

Se determinó que una concentración de 571 ppm de sulfato ferroso heptahidratado con una concentración de 38 ppm de peróxido son óptimos para que la reacción Fenton produzca la mejor degradación de color a las aguas residuales provenientes del proceso de teñido en industrias Printex S.A.S. Después, de analizar 30 combinaciones diferentes de dosis de sulfato ferroso heptahidratado y peróxido, al realizar un análisis de varianza – ANOVA, construir la respectiva superficie de respuesta y optimizar, se encuentra que tras la aplicación de dichas dosis se logran las mejores remociones de color. Es importante tener en cuenta que el método reporta bajos valores de absorbancia desde los 200 ppm de sulfato ferroso y 25 ppm de peróxido; lo que llevaría a disminuir costos a la hora de realizar un escalamiento del proceso.

Se comparó la reacción Fenton con el uso de cloro gaseoso en el proceso; encontrando que es más eficiente el proceso Fenton que el usado actualmente (cloro). En términos de remociones de la DQO, de acuerdo con los valores arrojados de P ($p < 0.05$) se encuentra que los factores tanques y tratamientos tienen influencia significativa en la variable respuesta; es decir, la DQO varía en cada tanque y difiere en los tratamientos estudiados; por lo tanto, se muestra que existen diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95,0%. En términos de degradación de color las diferencias entre los dos procesos son muy pequeñas, ya que ambos tratamientos al ser aplicados reportan valores muy bajos de color; sin embargo, el tratamiento con Fenton es la mayoría de los casos muestra una mejor remoción de dicho parámetro. Esto permitirá que las plantas de potabilización capten aguas de más fácil tratamiento, y la fauna y flora acuáticas corran menos riesgo.

Se realizó el análisis de costo beneficio del proceso de oxidación para determinar la viabilidad de implementación a nivel piloto; no obstante, dado que las condiciones de la planta de tratamiento de aguas de Industrias Printex S.A.S., permite realizar un escalamiento a nivel de planta; se planteó el estudio de costos en condiciones reales de operación. Se llevó a cabo el escalamiento tratando 100 m³ de agua residual proveniente de la tintorería de la empresa, haciendo uso de las dosis mínimas para que se diera la reacción Fenton. Encontrando que es viable económicamente con ahorros que ascienden a los \$30 pesos por metro cúbico (m³) de agua tratada.

Se verificó el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente para vertimientos analizando el agua resultante del proceso Fenton, el parámetro comparado fue el de DQO ya que es el que cuenta con un valor máximo establecido en la normatividad ambiental vigente en términos de vertimientos. Se encontró una DQO de 391 mg/L y la norma establece que debe ser máximo 400 mg/L. Cabe resaltar que la empresa cuenta con un reactor biológico donde el agua ingresa después del tratamiento Fenton, con lo cual se disminuye aún más el valor de este parámetro. [Mantzavinos et al., 2004; Tantak et al., 2006; Oller et al., 2007; Rodrigues et al., 2009].

REFERENCIAS

Periodicals (Artículos de revista):

- [1] Pignatello, J.J. Dark, D. 1992, and photoassisted iron(III)-catalyzed degradation of chlorophenoxy herbicides by hydrogen peroxide. *Environ. Sci. Technol.*, 26, 944-951..
- [2] Mantzavinos, D. and Psillakis, E., 2004, Enhancement of biodegradability of industrial wastewaters by chemical oxidation pre-treatment. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 79, 431-454.
- [3] Tantak, N.P. and Chaudhari, S., 2006, Degradation of azo dyes by sequential Fenton's oxidation and aerobic biological treatment. *J. Hazard. Mater.*, 136, 698-705.
- [4] Oller, I.; Malato, S.; Sánchez-Pérez, J.A.; Maldonado, M.I.; Gernjak, W.; Pérez-Estrada, L.A., 2007, Advanced oxidation process-biological system for waste-water containing a recalcitrant pollutant. *Water Sci. Technol.*, 55, 229-235.
- [5] Papadopoulos, A.E.; Fatta, D.; Loizidou, M., 2007, Development and optimization of dark Fenton oxidation for the treatment of textile wastewaters with high organic load. *J. Hazard. Mater.*, 146, 558-563.
- [6] Rodrigues, C.S.D.; Madeira, L.M.; Boaventura, R.A.R., 2009, Treatment of textile effluent by chemical (Fenton's Reagent) and biological (sequencing batch reactor) oxidation. *J. Hazard. Mater.*, 172, 1551-1559.
- [7] Parag R. C., Aniruddha B. P. (2004). A review of imperative technologies for wastewater treatment I: oxidation technologies at ambient conditions. *Advances in Environmental Research*, 8, 501-555.

Books (Libros):

- [8] APHA. 2013. Standard methods for examination of water and wastewater. 22nd ed. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). Washington, D.C., USA.
- [9] TRAGUA, C., García-Calvo, E., & Letón, P. (2012). Guía de Tecnologías de Tratamiento de aguas para su reutilización

Technical Reports (Informes técnicos):

- [10] <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/el-tratamiento-de-textiles-y-s.pdf>.

Dissertations (Tesis doctorales):

- [11] Zazo, J., 2004, Oxidación de fenol de aguas residuales mediante H_2O_2/Fe^{2+} /Carbón activo. Tesis doctoral.

Standards, official rules (Normas, reglamentos oficiales):

- [12] ISO, E. (2012). 7887: 2011 Water quality—examination and determination of colour. European Committee for Standardization.
- [13] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 0631 de 2015. *Fuentes de alimentación estabilizada de corriente continua. Terminología*, Norma UNE 20589-1:1978, AENOR, España, edición 15, nov. 1978.

Biografía. Autor 1: Mallerliny Quintero Rodríguez

Estudiante de doctorado en Ciencias, de la Universidad del Quindío; Magíster en Química, de la Universidad del Quindío; Especialista en Gestión Ambiental, de la Universidad Pontificia Bolivariana, Profesional en Química, de la Universidad del Quindío, Tecnóloga Química en Productos Vegetales, de la Universidad del Quindío. Docente en la Institución educativa La Popa, ubicada en La Tebaida, Quindío; jefe de la planta de tratamiento de aguas y gestión ambiental en Industrias Printex S.A.S; Asesora Ambiental en Ganapollo S.A.S.

Áreas de investigación: Ciencias Naturales, Química, medio ambiente, Tratamiento de aguas

Biografía. Autor 2: Jhon Alexander Rodriguez Espinosa

Magíster en Química, de la Universidad del Quindío; profesional en Química, de la Universidad del Quindío. director de la Maestría en Química, de la Universidad del Quindío.


Áreas de investigación: Analítica, electroquímica, bioquímica, química orgánica, medio ambiente y biotecnología

Biografía. Autor 3: Henry Reyes Pineda

Doctor en Ingeniería Química y Nuclear de la Universidad Politécnica de Valencia, España; Magister en Tecnologías de Membranas, Electroquímica y medio Ambiente Seguridad Nuclear; Especialista en Educación Ambiental; Especialista en Ingeniería Electroquímica y Corrosión; Ingeniero Químico, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

Decano de la Facultad de Ciencias Agroindustriales; hace parte del Grupo Químico en Investigación y Desarrollo Ambiental.

Áreas de investigación: Ingeniería Electroquímica, Procesos ambientales, Tratamiento de residuos sólidos y líquidos, Diseño de Reactores.



“ÁCIDOS Y BASES” AMBIENTE DE APRENDIZAJE HISTÓRICO- EXPERIMENTAL EN QUÍMICA

“Acids and bases” historical-experimental
learning environment in chemistry

Fernando Abimelec Jaime Shuederg¹
Ricardo Andrés Franco Moreno²

1 Candidato a Magíster en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional. Colombia. 0000-0003-0910-1564. fajaimes@upn.edu.co. Grupo de Investigación EDUQUVERSA.

2 Doctorando en Ciencias de la Educación - RUDECOLOMBIA – Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia. Colombia. rfranco@upn.edu.co. Profesor Departamento de Química, UPN. Grupo de Investigación EDUQUVERSA. rfranco@pedagogica.edu.co

Resumen:

En la enseñanza de la química, se ha notado el poco interés por su abordaje histórico limitándose este a datos básicos como fechas y nombres, sin comprender que los hechos históricos representan una riqueza considerable pues implican la explicación de teorías, la forma en que se desarrollaron y como afectaron la historia del mundo contemporáneo.

El papel que desempeñan los ácidos y las bases es fundamental para comprender diversos fenómenos y procesos que se presentan en la naturaleza. Para entender dichos conceptos, se hace necesario una revisión histórica y se mostrarán los cambios que los mismos han presentado desde la prehistoria hasta el siglo XX y su influencia en el desarrollo de la química.

En el presente proyecto de investigación se vincula la historia y la experimentación, para construir un ambiente de aprendizaje en aras de fortalecer el proceso en la enseñanza de los conceptos en mención. Así, se realiza la contextualización necesaria para que los estudiantes se aproximen a un aprendizaje significativo de los mismos, por medio de la investigación acción que implica la recolección y el análisis de datos cualitativos, para realizar inferencias y así lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

Palabras clave

Acido, base, ambiente de aprendizaje, historia de la química.

Abstract

In the teaching of chemistry, little interest has been noted for its historical approach limiting these basic data as dates and names, without understanding that historical facts represent considerable wealth because they imply the explanation of theories, the way in which they were developed and how they affected the history of the contemporary world.

The role that acids and bases play is essential to understand various phenomena and processes that occur in nature. To understand these concepts, a historical review is necessary and the changes that have been presented since prehistory to the twentieth century and their influence on the development of chemistry will be shown.



In this research project, history and experimentation are linked, to build a learning environment in order to strengthen the process in teaching the concepts in association. Thus, the necessary contextualization is carried out so that students approach a meaningful learning of them, through action research that involves the collection and analysis of qualitative data, to make inferences and thus achieve a greater understanding of the phenomenon under study.

Keywords— Acid, base, learning environment, history of chemistry.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo general de este proyecto es fortalecer el aprendizaje situado de los conceptos de ácidos y bases con los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Municipal técnica de acción comunal, desarrollando un ambiente de enseñanza histórico-experimental en química, centrado en el estudio del modelo de S. Arrhenius. Derivándose de ellos tres objetivos específicos, los cuales son: Caracterizar las ideas previas de los estudiantes acerca los conceptos de ácido, base y pH y su relación con la historia de la química y el trabajo práctico de laboratorio, Diseñar una estrategia didáctica basada en los referentes históricos de la química para la enseñanza de conceptos relacionados con la acidez, basicidad y pH, y así vincular los trabajos prácticos de laboratorio con la historia de la química, que involucren los conceptos de ácido, base y pH.

En la enseñanza de la química, especialmente en la media academia, se ha notado el poco interés por la historia de esta y se ha limitado a datos básicos como fechas y nombres, sin comprender que los hechos históricos tienen en sí mismos una riqueza considerable pues traen implícitos la explicación de teorías, la forma en que se desarrollaron y como afectaron la historia del mundo contemporáneo.

El papel que desempeñan los ácidos y las bases es fundamental para entender diversos fenómenos y procesos que se presentan en los seres vivos y en el resto de la naturaleza, así como en laboratorios escolares, de investigación e industriales (1). También estos conceptos están ligados estrechamente a una escala numérica logarítmica (escala de pH) que es una herramienta cuantitativa que permite clasificar las sustancias en ácidas y básicas dependiendo de un valor numérico.

Para entender los conceptos de los ácidos y las bases, y las relaciones que existen entre estos, se hace necesario una revisión histórica y se mostrarán los cambios que han tenido dichos conceptos desde la prehistoria hasta el siglo XX y la influencia en el desarrollo de la química. Cuando se introduce de manera puntual las contextualizaciones históricas referentes al concepto a trabajar, puede no solo englobar el tema puntual, sino que también se pueden vincular otros conceptos ya sean de carácter científico o de carácter cotidiano que estén relacionados con ellos y asimismo poder dar una contextualización más profunda y que se pueda entender desde la perspectiva científica y desde la perspectiva cotidiana. Una parte importante en la construcción histórica del concepto ácido y base es la experimentación, la cual sin ella la acidez y basicidad no tendrían un

fundamento teórico y científico. Los ácidos y bases son conceptos de especial interés en química, cuya historia se remonta a períodos anteriores a la propia la institucionalización de esta ciencia, y que, a lo largo del tiempo, se han definido a partir de diferentes referencias químicas (2).

Los estudiantes vienen con sus ‘propias ideas’ acerca del contenido que van a aprender, ideas que se pueden parecer estrechamente a otras sostenidas por científicos a lo largo de la historia de la humanidad (3). Este debate se ha extendido hacia el trabajo práctico en todas sus modalidades, y uno de sus más interesantes resultados ha sido el hecho de reconocer que el propósito fundamental del mismo es permitir que los estudiantes relacionen el complejo mundo real presente con el de los conceptos construidos a lo largo de la historia (4).

El concepto de acidez ha interesado a los diferentes científicos a través de la historia de la química, haciendo que ellos estudiarán sus propiedades físicas y químicas, y proponiendo diversas formas de cuantificar dicho concepto. Antes del siglo XIX los científicos como Robert Boyle (1627-1691), Antoine Laurent Lavoisier (1743- 1749), Humphry Davy, entre otros, se enfocaron principalmente en investigar la composición y el comportamiento de los ácidos de una forma cualitativa y hasta ese momento no existía algún medio ya sea cuantitativo ni cualitativo de medir la acidez en las sustancias. (2)

No fue hasta mediados del siglo XIX con las teorías de Arrhenius donde explican el comportamiento de los ácidos en disoluciones a través de la conductividad eléctrica, y fue allí donde se empezó a cuantificar la acidez en las sustancias según su comportamiento eléctrico. Uno de los primeros en formular una ecuación que permitía relacionar la conductividad con la concentración de las sustancias fue Walther Nernst (1864-1941) y posteriormente a ello Wilhelm Ostwald (1853-1932) propone un método eléctrico para medir la acidez. Al mismo tiempo se desarrollaban métodos cualitativos para la medición de la acidez por métodos colorimétricos, este consistía en el cambio de color de ciertas sustancias que entran en contacto con un ácido y allí se establecía por visual y comparativo un valor aproximado de acidez (5). Poco después de ello, entrando al siglo XX y gracias a los primeros estudios electrométricos de medida de la acidez, se proponen diversos métodos que en principio fueron poco efectivos, hasta que en la década de 1930 cuando Arnold Beckman (1900-2004) crea un instrumento de medida de la acidez efectivo y eficaz y es considerado el inventor del “Acid-o-

meter” (2) y en este siglo con la integración de otras tecnologías de llega al actual pH metro.

En este proyecto de investigación, que vincula la historia con la experimentación de los conceptos de ácidos y bases, se realiza bajo una metodología cualitativa, desde la perspectiva de la investigación acción la cual consiste en tres fases primordiales las cuales son: observar (construir un bosquejo del problema y recolectar datos), pensar (analizar e interpretar) y actuar (resolver problemáticas e implementar mejoras), las cuales se dan de manera cíclica, una y otra vez, hasta que todo es resuelto, el cambio se logra o la mejora se introduce satisfactoriamente (5). Todo ello estará enfocado en el ambiente de aprendizaje el cual contiene un componente histórico y otro experimental.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Este trabajo de investigación se realizó bajo un enfoque de método cualitativo, de tipo investigación-acción, que representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de la investigación que implican la recolección y el análisis de datos cualitativos, para realizar inferencias, producto de toda la información recolectada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

La finalidad de la investigación-acción es comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente, frecuentemente aplicando la teoría y mejores prácticas de acuerdo con el planteamiento (5). Asimismo, se centra en aportar información que guíe la toma de decisiones para proyectos, procesos y reformas estructurales y señala que la investigación-acción pretende, esencialmente, propiciar el cambio social, transformar la realidad y que las personas tomen conciencia de su papel en ese proceso de transformación(5). En los diseños de investigación-acción existen tres fases primordiales las cuales son: observar, pensar y actuar, las cuales se dan de manera cíclica, una y otra vez, hasta que la mejora se introduce satisfactoriamente (5).

La metodología de la implementación empieza con un taller de inicio de los conceptos de los ácidos y las bases, seguido del componente histórico que se dividirá en tres etapas las cuales abordaran la reconstrucción histórica de los conceptos inmersos en esta investigación. El componente experimental, se compondrá de la implementación de tres trabajos prácticos de laboratorio (TPL) que van de la mano con la reconstrucción histórica y finalizando con

una actividad de cierre, el cual permitirá la evaluación de la implementación del ambiente de aprendizaje propuesto.

En concordancia con lo planteado anteriormente, inspira hacia una formación teórico-práctica, en donde se resalta la importancia de evaluar los conocimientos previos y las percepciones de los estudiantes en el área específica de Química, como elemento relevante para la planeación y ejecución de estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitan la comprensión profunda de los conceptos estudiados.

III. CONCLUSIONES

Se realiza una revisión histórica de los conceptos relacionados con acidez y basicidad, desde la antigüedad hasta nuestros días, resaltando la importancia de estos conceptos en las diferentes épocas de la historia. Esta revisión se utiliza como inicio en la enseñanza de estos temas. Por tanto al vincular la historia y la experimentación de estos conceptos al momento de la enseñanza, el aprendizaje de la acidez y basicidad será más óptima ya que se da la contextualización necesaria al estudiante para que pueda lograr aprender estos conceptos de manera significativa y logre vincularlos con su cotidianidad teniendo claro el concepto científico. También es una temática la cual se es preguntado en la pruebas de estado SABER 11 y por ultimo son conceptos químicos presentes en la cotidianidad de los estudiantes.

REFERENCIAS

- [1] Alvarado, C. & Garriz-Ruiz, A. (2010). Un acercamiento al conocimiento didáctico de acidez y basicidad, de profesores mexicanos de bachillerato y licenciatura: X congreso nacional de investigación educativa área 5: educación y conocimientos disciplinares. Disponible en : http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_05/ponencias/1633-F.pdf
- [2] Oliveira Nunes, J., De Oliveira, O., & Silva Hussein, R. (2016). Revisão no Campo: O Processo de Ensino-Aprendizagem dos Conceitos Ácido e Base entre 1980 e 2014. *Quím. nova esc.* 38, (2), 185-196.
- [3] Aduriz-Bravo, A. (2010). Aproximaciones histórico-epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares. *Revista EDUCyT*, 1, 125-140.

- [4] Chamizo, J. A, (2010). Introducción experimental a la historia de la química, México DF, México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- [5] Hernández Sampieri, R. Fernández, C. Baptista, M. Méndez, S. & Mendoza, C. (2014). Metodología de la investigación. Ciudad de México. México. McGraw – Hill.

Biografía. Autor 1: Fernando Abimelec Jaime Shuederg


Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, candidato a Magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

Docente de química en instituciones privadas y públicas en secundaria desde el año 2011.

Biografía. Autor 2: Ricardo Andrés Franco Moreno.

Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, Magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Candidato a Dr. en Ciencias de la Educación del programa RUDECOLOMBIA – UPTC.

Coordinador del Grupo de Investigación IREC, UPN.



LA EXPERIMENTACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN ESTUDIANTES DE GRADO QUINTO EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE ARMENIA, QUINDÍO¹

The experimentation for strengthening
scientific thinking skills in fifth grade students
in an educational institution in Armenia,
Quindío.

*Rendón-León, Sara Daniela², Onofre-Villa, Diana Katherine³ y
Obando-Correal, Nadia Lucía⁴*

-
- 1 Este artículo proviene de la tesis de pregrado de la primera y segunda autora para optar al título de Licenciadas en Biología y Educación Ambiental de la Universidad del Quindío
2 Estudiante de la Universidad del Quindío; <https://orcid.org/0000-0002-2729-9132>. sdrendonl@uqvirtual.edu.co
3 Estudiante de la Universidad del Quindío; <https://orcid.org/0000-0001-5894-2533>. dkonofrev@uqvirtual.edu.co
4 Licenciada en Biología y Educación Ambiental de la Universidad del Quindío. Magister en Educación. Estudiante de Doctorado en Didáctica; <https://orcid.org/0000-0001-9177-4332>. nlobando@uniquindio.edu.co

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito el desarrollo e implementación de una estrategia didáctica basada en el uso de trabajos experimentales en el aula de clase con el fin de desarrollar el pensamiento científico desde las habilidades de diseño experimental, clasificación, análisis de resultados y uso de lenguaje científico. Para el desarrollo de la estrategia se realizaron cuatro intervenciones enfocadas a la implementación de la experimentación como didáctica. El estudio se realizó en un grupo de 31 estudiantes pertenecientes al grado quinto con edades comprendidas entre 9 y 11 años de edad, en una institución educativa pública de la ciudad de Armenia, Quindío. Dentro de la primera intervención en el aula de clase se implementó un instrumento de indagación de conceptos previos para de esta manera entender cómo los estudiantes se encontraban frente a temas relacionados con el concepto químico de materia. Seguidamente a través de las unidades didácticas se practicó y evaluó las habilidades mencionadas por medio de pruebas de lápiz y papel basadas en la indagación de los trabajos experimentales realizados. Finalmente se observó como por medio de los trabajos experimentales grupales, individuales y observacionales se evidenció fortalecimiento de las habilidades desde la primera unidad didáctica ayudando de tal forma a la identificación de características generales del pensamiento científico infantil dentro del grupo y los obstáculos epistemológicos presentes en este.

Palabras clave

experimentación, pensamiento científico, habilidades de pensamiento científico, estrategia, ciencias naturales.

Abstract:

The purpose of this research was the development and implementation of a didactic strategy based on the use of experimental works in the classroom in order to develop scientific thinking from the skills of experimental design, classification, analysis of results and use of language scientific. For the development of the strategy, four interventions focused on the implementation of experimentation as didactic were carried out. The study was conducted in a group of 31 students belonging to the fifth grade with ages between 9 and 11 years old, in a public educational institution in the city of Armenia, Quindío. Within the first intervention in the classroom, an instrument of inquiry of previous concepts was implemented in order to understand how students were facing issues related to the chemical concept of matter. Then, through the didactic units, the mentioned

skills were practiced and evaluated by means of pencil and paper tests based on the investigation of the experimental works carried out. Finally, it was observed that through the group, individual and observational experimental works, it was evidenced the strengthening of skills from the first didactic unit, thus helping to identify general characteristics of children's scientific thinking within the group and the epistemological obstacles present in this.

Keywords

experimentation, scientific thinking, scientific thinking skills, strategy, natural sciences.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el contexto colombiano cuenta con diferentes referentes de educación en ciencias - Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental ^[1], Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales EBC ^[2] y Derechos Básicos de Aprendizaje DBA ^[3] los cuales enfatizan la necesidad de desarrollar en los estudiantes, habilidades de pensamiento científico como lo son *explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, utilizar diferentes procesos de análisis, evaluar los métodos y compartir los resultados*^[2]. En el caso de los primeros años de escolaridad, los Estándares Básicos en Ciencias Naturales ^[2] indican que durante estos grados, los estudiantes se deben acercar al estudio de las ciencias a través de la observación del entorno, la indagación que emerge a partir de dichas observaciones, la identificación de condiciones que influyen en el resultado de experiencias, la persistencia en la búsqueda de respuestas a sus preguntas, y las distintas formas en que los resultados son obtenidos.

A pesar de la importancia que tiene este tipo de habilidades de pensamiento, Arango, Arboleda, Aricapa, González y Orozco ^[4] manifiestan que en la escuela no se han creado los espacios necesarios para que niños y niñas puedan investigar y explorar su medio, lo cual incide negativamente en el interés de éstos por indagar, participar y por ende motivarse hacia el estudio de la ciencia.

En este sentido Arce, ^[5] Cardona, Gómez y Pino ^[6] coinciden e indican que las asignaturas relacionadas con las ciencias naturales, en particular la física y la química, se muestran como disciplinas de mayor dificultad para los estudiantes

tanto de primaria como bachiller, esto debido a que no se generan los espacios para que los estudiantes asimilen conocimientos de manera vivencial, generando así conductas memorísticas que tienen poca utilidad dentro de sus procesos de aprendizaje.

Precisamente bajo esta línea de investigación se encuentran diversos trabajos a nivel nacional e internacional relacionados con el estudio del pensamiento científico infantil y sus respectivas habilidades, por ejemplo el trabajo de Osorio ^[7] permitió determinar que el pensamiento científico en niños y niñas de nivel primaria, se desarrolla cuando se potencian ciertas habilidades básicas como la clasificación, la planeación y la formulación de hipótesis. Así mismo dichas habilidades pueden avanzar con la edad y la experiencia.

No obstante Arango, *et al.* ^[4] manifiestan que algunas de las causas de la pérdida de curiosidad científica por parte de los niños, está relacionada con estrategias escolares que no favorecen el pensamiento científico, la ausencia de laboratorios o el poco aprovechamiento de espacios que simulen laboratorios y la baja credibilidad que los maestros le otorgan a las capacidades científicas de los escolares. Los autores también manifiestan que los niños tienen un imaginario de un científico basándose en el aspecto de un hombre con delantal blanco y gafas, son muy pocos los que afirman que un científico es una persona inteligente que explora el mundo a través de los experimentos.

De manera similar, los estudios realizados por Cogollo y Romaña ^[8] expresan que el pensamiento científico infantil en niños de preescolar busca explicar fenómenos surgidos en la cotidianidad, basados en experiencias reales y en la intuición. Sin embargo, cuando los estudiantes expresan sus ideas, suelen presentar obstáculos epistemológicos de tipo animista y verbal.

En este sentido las investigaciones argentinas realizadas por Di Mauro, Furman y Bravo ^[9] para diagnosticar las habilidades de diseño de experimentos e interpretación de resultados que tienen los estudiantes de cuarto año, permiten evidenciar que la habilidad de diseñar experimentos está prácticamente ausente, mientras que la habilidad de interpretación de resultados presenta diferentes desempeños.

Estos estudios llevan a considerar que los niños y niñas poseen una gran sensibilidad al entorno que los rodea y por medio de la interacción con este se adquieren las experiencias vitales que conllevan al desarrollo del conocimiento. Es por esto que resulta de gran importancia promover habilidades de pensamiento científico durante la infancia a través de la experimentación, la manipulación y la observación de los fenómenos naturales, ya que la memorización *per-se* no garantiza un adecuado aprendizaje. A su vez es responsabilidad por parte de los maestros generar innovación e investigación dentro de los procesos educativos, el hecho de promover la formación de actitudes creativas, ideas, motivaciones y el trabajo experimental propician procesos de aprendizaje significativos hacia la formación del pensamiento científico y demás aspectos relacionados con las ciencias naturales ^[10] ^[11] ^[12]. Es así como el uso de la experimentación dentro del aula de clases resulta en un nivel mayor de exigencia, pues provoca la expectativa y el interrogante de qué pasará, en este sentido, la experimentación como propuesta pedagógica resulta significativa y novedosa, mientras su uso sea de manera creativa, divertida y con trasfondo educativo ^[13].

Bajo esta perspectiva el presente trabajo pretende promover la experimentación en el aula de clases como estrategia para el fortalecimiento de cuatro habilidades de pensamiento científico elegidas de acuerdo a los Estándares Básicos de Educación en Ciencias Naturales para los grados cuarto a quinto de primaria y posteriormente diagnosticar el nivel de desarrollo de estas habilidades junto con la identificación de características generales de pensamiento científico infantil. A su vez se pretende aportar estrategias que faciliten el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales por lo cual se podría llegar a cambios dentro de los métodos tradicionales y memorísticos de enseñanza en pro del desarrollo de pensamiento científico desde edades tempranas lo cual constituye un avance en el mejoramiento de la educación.

II. METODOLOGÍA

Diseño

Se implementó un estudio de caso tipo descriptivo-exploratorio en una institución educativa de carácter oficial ubicada en el sur de la ciudad de Armenia (Q). La selección del caso es de carácter teórico de acuerdo con la pertinencia de la problemática estudiada, éste cuenta con los siguientes criterios: es una experiencia de enseñanza para la cual se diseñaron e implementaron 15 encuentros de

trabajo realizados durante el segundo período académico del año escolar, dichos encuentros se planearon de acuerdo a los referentes correspondientes ^[2] ^[3] y la malla curricular para el área de ciencias naturales establecida por la institución para el grado quinto. De esta manera las habilidades de pensamiento científico a desarrollar fueron: habilidad de diseño experimental, habilidad de clasificación, habilidad de análisis de resultados y habilidad del uso de lenguaje científico. Los encuentros de trabajo fueron durante los meses de Mayo y Junio del año 2019.

Participantes

El presente caso estuvo conformado por 31 estudiantes de grado quinto (7 niñas y 14 niños), de los cuales siete (7) están focalizados con necesidades educativas especiales, entre estas hiperactividad y déficit de atención. Las edades de los estudiantes están comprendidas entre los 9 y 11 años.

Instrumentos

Para el presente estudio se diseñaron e implementaron tres (3) unidades didácticas basadas en la experimentación y cuatro (4) pruebas de lápiz y papel: una para identificar saberes previos acerca de los temas propuestos desde la malla curricular para el segundo período escolar: *La materia y sus características físico-químicas*, y tres (3) para evaluar las habilidades de pensamiento científico (diseño experimental, clasificación, análisis de resultados y uso de lenguaje científico) de acuerdo a lo propuesto por Zimmerman, ^[14] Di Mauro, Furman y Bravo ^[9].

A medida que se implementaron las unidades didácticas, también se hizo lo mismo con las pruebas. Estas buscaron indagar los conceptos teóricos y los desempeños de los trabajos experimentales realizados en clase, a través de preguntas de opción múltiple y preguntas abiertas que requieran de argumentación para evaluar las habilidades de clasificación y análisis de resultados, la habilidad de uso de lenguaje científico fue evaluada a partir de las respuestas dadas para análisis de resultados, y por último la habilidad de diseño experimental dentro de las tres pruebas fue evaluada a partir de esquemas y dibujos como se demuestra en la tabla 1. Cada prueba fue realizada dentro de un período de dos horas, en el caso de los estudiantes con necesidades educativas especiales, las pruebas fueron desarrolladas con ayuda y acompañamiento de las docentes a cargo.

Tabla 1. Tipos de preguntas realizadas en las pruebas de papel de acuerdo a cada habilidad.

Habilidad a evaluar	Características de la prueba
Diseño Experimental	Esquemas realizados por los estudiantes donde se evidencian procedimientos claros y uso de variables adecuadas con el fin de dar solución a uno o varios problemas planteados.
Clasificación	Relación, identificación, clasificación y categorización de conceptos y fenómenos enseñados en las explicaciones teóricas y trabajos experimentales durante las actividades.
Análisis de Resultados	Interpretación de resultados obtenidos a partir de trabajos experimentales realizados y observados durante las actividades.
Uso de Lenguaje Científico	Uso y apropiación coherente de términos y conceptos pertinentes para referirse a algún fenómeno natural.

A su vez los resultados obtenidos de cada unidad didáctica fueron registrados en una matriz de datos, ^[7] donde cada participante fue enumerado (E1, E2, E3...) de tal manera que se evidenciara la presencia, ausencia y desarrollo de las habilidades de pensamiento científico en los 31 participantes y a nivel grupal.

Los datos cualitativos se registraron a través de las pruebas de papel realizadas por los estudiantes, de acuerdo a la propuesta de Zimmerman ^[14], Di Mauro, Furman y Bravo ^[9] en donde se plantearon 3 niveles de desarrollo:

- 1) Ausente (A): No da respuestas, observaciones y/o conclusiones claras y coherentes con los datos.
- 2) En Desarrollo (ED): Concluye de forma coherente con los datos mostrados, pero no logra tener en cuenta más de una variable que influya en un problema o fenómeno.
- 3) Avanzado (AV): Concluye de manera coherente con los datos, usa los términos apropiados, y logra dar respuestas, observaciones y/o conclusiones elaboradas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se presentan en tres categorías: Ideas previas, desarrollo de habilidades de pensamiento científico y por último características generales

del pensamiento científico infantil y obstáculos epistemológicos evidenciados en el grupo de participantes.

Ideas previas.

Los datos obtenidos revelan que en términos generales, los estudiantes presentaron dificultades, muchos de ellos incluso manifestaron no tener conocimiento acerca de los temas indagados, de esta manera algunas de las respuestas dadas a la pregunta: ¿Qué es la materia y de que se compone? Describe con tus propias palabras, fueron las siguientes:

“La materia es un conjunto de desechos gástricos conformados por las cosas que no necesita el cuerpo” (E10).

“No sé qué es la materia porque soy nuevo y no me lo han enseñado” (E18).

“La materia está conformada por líquidos y gases” (E2).

Es claro cómo los estudiantes brindaron respuestas a partir de opiniones personales, además de ser respuestas descontextualizadas, se observó una confusión continua en todos los términos usados por los estudiantes, y un desentendimiento acerca del significado de las preguntas planteadas en la prueba.

Respecto al conocimiento de los estudiantes en relación a las mezclas y compuestos, se observó la misma confusión de significados, en los que afirmaron que el agua y el jugo de frutas son sustancias puras y la leche no es una mezcla. Así se pudo evidenciar una marcada tendencia de los estudiantes a relacionar el término “sustancia pura” con sustancias que son a su parecer buenas para la salud. De igual manera este tipo de confusión se evidenció al momento de pedirles que categorizaran ciertos elementos según su nivel estructural, es decir, el átomo forma a la molécula, las moléculas a las células, las células a los tejidos y estos últimos a los órganos. Entre estas respuestas la gran mayoría de estudiantes respondió que el átomo no hacía parte del primer nivel estructural, ubicándolo así después del tejido o del órgano.

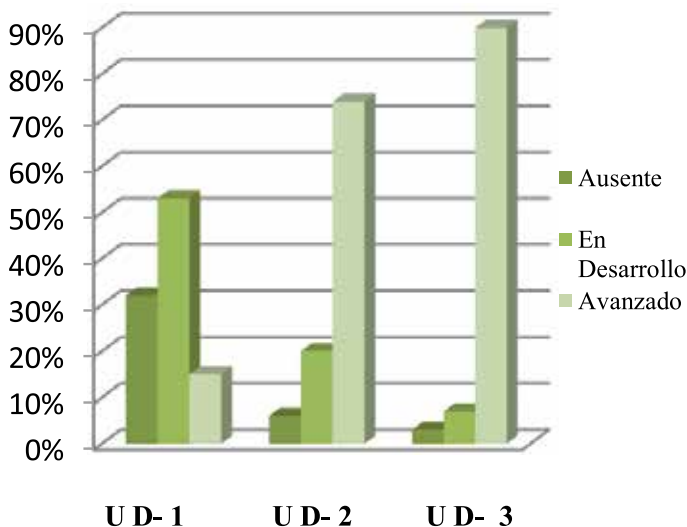
Todas estas respuestas parecen confirmar el hecho de que los niños se les dificulta realizar procesos memorísticos, puesto que estos temas habían sido enseñados dentro del período académico anterior, por lo cual se puede decir que a los estudiantes se les dificulta interiorizar adecuadamente la información de carácter memorístico.

Los resultados obtenidos son coherentes con el estudio realizado por Rivera ^[13] donde indica que al momento de indagar a un grupo de estudiantes acerca de las propiedades de la materia, la gran mayoría mostró confusiones desconociendo así como en nuestro caso el significado apropiado de materia y sus relaciones con términos como masa peso y volumen.

En consecuencia, las ideas previas brindadas por los estudiantes en ocasiones pueden ser interpretadas como limitaciones dentro de su proceso cognitivo, no obstante estas son imprescindibles en la construcción del conocimiento, ya que son el punto de partida de la generación de nuevos aprendizajes, es por esto que deben ser encaminadas por el maestro para de esta forma generar un conocimiento objetivo ya que en efecto las ideas previas hacen parte de las particularidades del pensamiento crítico infantil.

Habilidad de Diseño Experimental:

La gráfica 1 muestra el desempeño a nivel grupal en cuanto al desarrollo de la habilidad de diseño experimental al cabo de las tres unidades didácticas (UD) realizadas durante la investigación.



Gráfica 1. Desarrollo de habilidad de diseño experimental al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.

Es así como estos resultados son compatibles con los encontrados en los estudios realizados por Osorio, ^[7] Di Mauro, Furman y Bravo ^[9] puesto que en la primera prueba se hallaron diferentes tipos de niveles, esto quizá se deba a que la habilidad de diseño experimental es de carácter progresivo y depende a su vez del desarrollo en conjunto de otras habilidades de pensamiento científico siendo de esta manera una de las primeras habilidades que se desarrollan dentro de la etapa de operaciones concretas, ^[15] por lo cual el niño requiere principalmente haber superado la etapa anterior, esta empieza a desarrollarse a partir del quinto grado de primaria como en nuestro caso, es por ello que es entendible que al evaluar la primer prueba, un porcentaje considerable se encontrara dentro de un nivel incipiente.

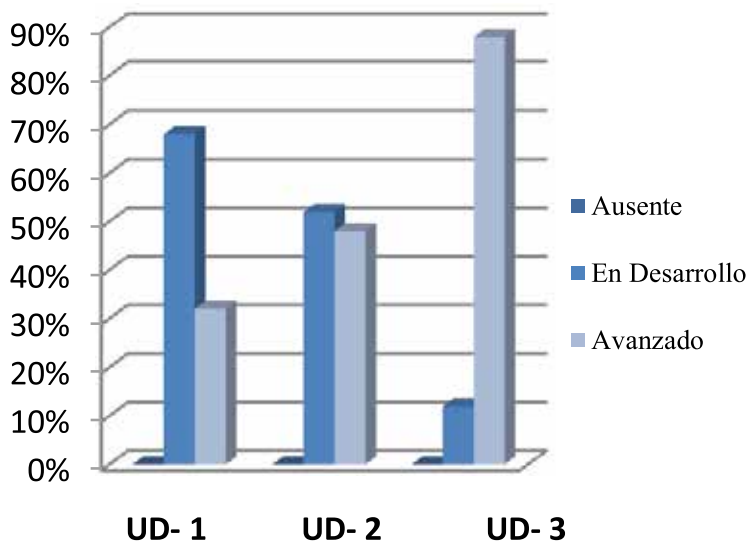
Por otra parte, los estudiantes evaluados dentro del nivel ED demostraron una notable manera de dar solución a los problemas planteados que inclusive prevaleció hasta finalizar las unidades didácticas, donde generalmente a través de gráficos representaban procedimientos previos y posteriores al tema indagado, pero no explicitaban el desarrollo del mismo. En este sentido se debe mencionar lo expuesto por Driver, Guesne y Tiberghien ^[16] en el cual se menciona una de las principales características del pensamiento lógico infantil, el cual es poseer un pensamiento lineal y secuencial que a su vez es más perceptible al cambio, esto quiere decir que los estudiantes son más sensibles a percibir la causa y el efecto en una situación.

Cáceres ^[17] reafirma como los estudiantes deben de revisar sus planteamientos a partir de la planeación para que sean conscientes de que modificaciones quieren realizar en una situación establecida. Por otro lado, una característica resaltable dentro de este grupo de estudiantes, fue la capacidad de sustentar sus ideas gráficas a través de ideas textuales, brindando así respuestas más claras acerca de la solución dada por estos. Al respecto, Rojas ^[18] menciona que los niños poseen una flexibilidad al momento de dar solución a un problema, adaptándose así a las condiciones de su entorno como se observó en el caso de los estudiantes evaluados dentro del nivel AV, los cuales implementaban el uso de otras variables fuera de las establecidas para dar solución a su problema evidenciando de esta manera el uso apropiado de la planeación, teniendo como consecuencia el desarrollo de la metacognición, ya que el niño realiza una representación mental adelantada del proceso, lo cual le permite hacer deducciones sobre qué sucederá antes de realizar una acción. Es así como se puede considerar a la metacognición como un proceso indispensable dentro del desarrollo de la habilidad de diseño experimental.

Es necesario recalcar como el dibujo facilitó la evaluación de la habilidad de diseño experimental, y al igual que en el trabajo realizado por Cogollo y Romaña [8] se observó cómo los niños presentan más facilidad al plasmar sus ideas de manera gráfica que de manera textual, Izquierdo [19] señala que los niños entre los 9 a 11 años de edad ya poseen la capacidad de dibujar de manera realista y esquemática los objetos de su entorno. El dibujo es entonces un instrumento fundamental para la comprensión del pensamiento infantil, puesto que con este el niño refleja la percepción que tiene de la realidad, su conciencia, sus ideas, opiniones y emociones.

Habilidad de Clasificación:

En términos generales los estudiantes presentaron menor dificultad en el desarrollo de esta habilidad, puesto que desde el inicio de las unidades didácticas no se presentó el nivel A, demostrando así coherencia en la clasificación y categorización de términos y fenómenos observados a través de los trabajos experimentales. En la gráfica 2 se observa el resultado general en cuanto al desarrollo de la habilidad de clasificación durante las tres unidades didácticas (UD) realizadas para el presente estudio.



Gráfica 2. Desarrollo de habilidad de clasificación al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.

Es necesario resaltar que dentro del desarrollo de la habilidad de clasificación y diseño experimental influyen principalmente dos habilidades, estas son la habilidad de observación y la habilidad de comparación, que corresponden al proceso de establecer categorías conceptuales por medio de la observación. De esta manera Sánchez ^[20] explica cómo durante el proceso de observación los niños fijan su atención en determinadas características de un objeto o un fenómeno, para que estas características sean usadas dentro del proceso de clasificación deben ser interiorizadas y representadas mentalmente, se debe aclarar que la observación se realiza de manera conjunta con los órganos de los sentidos, por otro lado la comparación es descrita por Sánchez ^[20] como una extensión de la observación ya que por medio de esta se identifican las características particulares o esenciales de un objeto que lo diferencian de otros, es entonces cómo a partir de estos dos procesos finalmente se puede hacer el proceso de clasificación, filtrando así la información necesaria para categorizar objetos o fenómenos por medio de categorías conceptuales e incluso abstractas, es así como el autor sugiere los siguientes pasos para realizar adecuadamente el proceso de clasificación: Definir el propósito, establecer variables, realizar observación a las características del objeto, identificar y comparar las características esenciales y finalmente identificar al grupo al cual pertenecen. En efecto, las clasificaciones brindadas por los estudiantes fueron realizadas a partir de las observaciones realizadas en los trabajos experimentales y a su vez determinando diferencias entre los resultados obtenidos, es por esto que la mayoría de estudiantes realizó clasificaciones de los objetos utilizados de acuerdo a su peso o densidad.

Así pues los resultados obtenidos dentro de la primera prueba se asemejan a los hallados en la investigación de Osorio ^[7] ya que un porcentaje superior a la mitad del grupo se evaluó dentro de un nivel satisfactorio, de esta manera los estudiantes mostraron desempeños relativamente altos en la habilidad de clasificación al finalizar la primera prueba escrita, obteniendo así como un 68% y un 32% de los estudiantes fueron categorizados dentro de los niveles ED y AV respectivamente y finalmente al concluir las pruebas el 94% del grupo fue evaluado dentro del nivel AV, es así como podemos considerar que casi la totalidad del grupo obtuvo un nivel de evaluación satisfactorio, esta relativa facilidad que poseen los estudiantes al momento de clasificar se puede explicar desde diferentes puntos, la edad y el uso de esta habilidad no sólo dentro de las ciencias naturales si no también dentro de otras áreas del conocimiento. Osorio ^[7] expone que la habilidad de clasificación se expresa desde los primeros años de infancia, pues los niños ya han tenido múltiples experiencias con la clasificación, en donde agrupan

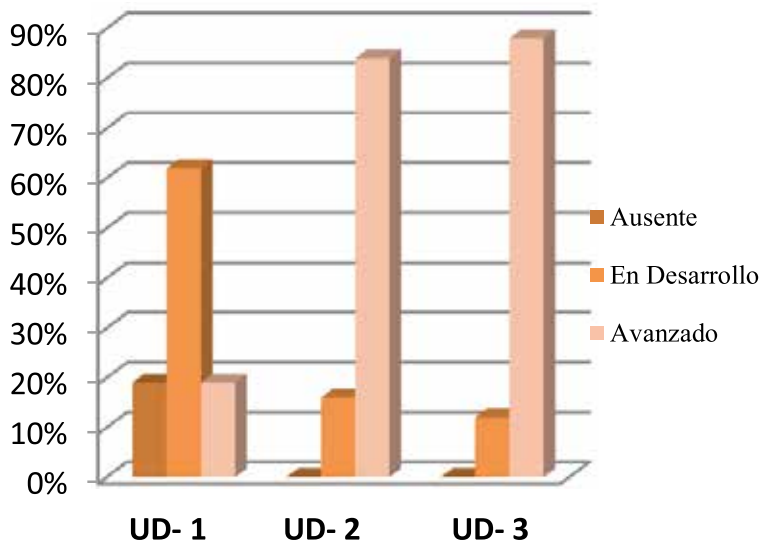
objetos a partir de características básicas como lo son el color y el tamaño y de esta misma manera en el contexto escolar este proceso es potencializado en asignaturas como las matemáticas. Así mismo, los estudiantes que se encuentran en los últimos grados de primaria, comienzan a hacer clasificaciones a partir de las observaciones de su entorno, dejan a un lado las características más visibles del objeto y de esta manera emplean el pensamiento abstracto dentro de sus categorizaciones, de tal manera que a este punto poseen la capacidad de clasificar a partir de las diferentes características de un objeto e inclusive a partir de estas clasificaciones ya poseen la aptitud de generar pequeños diseños experimentales como se mencionó anteriormente.

Por otro lado, dentro de la evaluación de esta habilidad se hizo evidente la dificultad de la mayoría de estudiantes para reconocer los procesos por los cuales la materia cambia de estado, es decir, se reconoce que la materia pasa de estado sólido a estado gaseoso, pero se dificulta entender el proceso inverso, incluso por medio de un ejemplo, esto puede explicarse desde la idea de que los estudiantes tienden a pensar lineal y secuencialmente, es así como Driver *et al.* ^[16] manifiestan que esto sucede desde la perspectiva del estudiante, los fenómenos naturales enseñados no son reversibles e inclusive las autoras hacen énfasis en la dificultad de los estudiantes al entender procesos relacionados con la disminución y el aumento de la temperatura, así explican cómo los estudiantes fácilmente entienden como el calor afecta a un sólido convirtiéndolo en un líquido, sin embargo no aprecian de manera adecuada el proceso contrario, de esta manera el pensamiento lineal y causal limita las predicciones anticipadas de este fenómeno físico.

Habilidad de Análisis de Resultados:

Al finalizar la primera unidad didáctica se encontró como un 19% de los estudiantes fueron evaluados dentro del nivel A, sin embargo este porcentaje se redujo a un 0% al finalizar la segunda unidad y finalmente en la tercera unidad el 12% fue evaluado dentro del nivel ED y un 88% en el nivel AV, demostrando así un aumento considerable dentro de esta habilidad.

En la gráfica 3 se observa el resultado grupal de acuerdo al desarrollo de la habilidad de análisis de resultados durante las tres unidades didácticas (UD) realizadas en la presente investigación.



Gráfica 3. Desarrollo de habilidad de análisis de resultados al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.

Las respuestas brindadas por los estudiantes para evaluar la habilidad de análisis de resultados, se asemejan con las obtenidas en el trabajo realizado por Di Mauro, Furman y Bravo ^[9] puesto que además de encontrar estudiantes dentro de los tres niveles de evaluación, hubo gran diversidad de respuestas. En este sentido, los estudiantes evaluados en el nivel A, no respondieron a la pregunta formulada, o dieron respuestas incoherentes a los resultados obtenidos en los trabajos experimentales, así por ejemplo se encontró que al indagar sobre la solubilidad del azúcar en el agua, algunos estudiantes argumentaron que el azúcar no se disuelve en el alcohol, lo cual sería una respuesta no sólo contradictoria con los resultados obtenidos sino principalmente errónea en relación al procedimiento realizado, puesto que en este experimento no se usó alcohol, entre este tipo de respuestas observamos cómo las ideas personales de los estudiantes se hacen presentes en sus argumentaciones, afirmando así que el alcohol no es una sustancia natural ni comestible o el alcohol no es una sustancia líquida como el agua, evidenciando así el obstáculo utilitario, Mora ^[19] indica cómo los niños tienden a explicar fenómenos o conceptos a partir de su utilidad conllevando así a una explicación general exagerada.

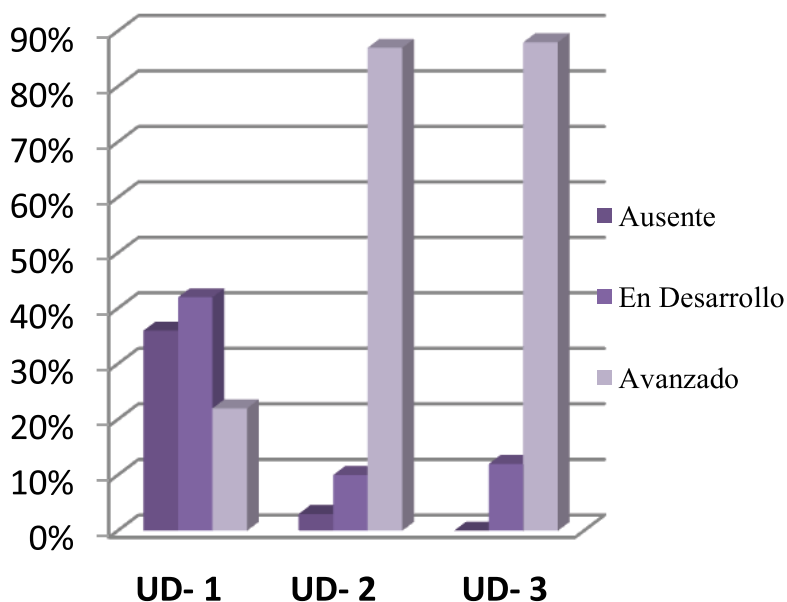
En relación con las respuestas dadas por los estudiantes evaluados dentro del nivel ED estos realizaron respuestas coherentes con los resultados, a pesar de esto, se encontró dentro de este nivel dos grupos de estudiantes, el primero utilizó el uso adecuado de los términos apropiados para referirse a los fenómenos y resultados obtenidos incluso tuvieron una calificación cercana a los estudiantes evaluados dentro del nivel AV, en el segundo se observó un manejo incipiente del vocabulario científico, esto se puede explicar principalmente desde la presencia de varios obstáculos de carácter epistemológico dentro de las afirmaciones dadas por los estudiantes, entre estas tenemos el uso de analogías para explicar diferentes reacciones obtenidas durante los experimentos, los estudiantes realizaron un intercambio entre la palabra apropiada y otra que para ellos sea más familiar y reconocible con la característica de tener semejanza entre sí en su significado como en el caso del intercambio del término “reacción química” por “explosión”, Mora ^[21] describe cómo este tipo de argumentos dados por los niños corresponden a las concepciones analógicas que a su vez hacen parte en el repertorio de ideas previas, donde el estudiante realiza una comparación entre un hecho de la vida cotidiana con el fenómeno por el cual se le pregunta.

Ahora bien, a pesar de encontrar estos obstáculos a lo largo de la implementación de las unidades didácticas, es necesario recalcar no sólo como un porcentaje del 90% al finalizar la última prueba fue evaluado dentro de este nivel, sino además como los estudiantes demostraron un desarrollo significativo dentro de la habilidad de análisis de resultados mostrando así un uso adecuado del lenguaje científico, explicaciones coherentes a partir de los resultados obtenidos y transversalidad de los conocimientos adquiridos teniendo así la habilidad de traspasarlos a otros contextos, lo que contradice las posturas piagetianas. Chiabrandó ^[22] menciona como estas posturas afirman que el niño sólo razona en casos particulares, explicando sólo ideas en un contexto específico por medio de leyes singulares, este anterior argumento contrasta con los resultados obtenidos en este estudio, puesto que en muchos casos se vio cómo los estudiantes fueron capaces de explicar un fenómeno por medio de otro que había sido enseñado en medio de una situación diferente, por ejemplo como la temperatura de un solvente influye dentro del fenómeno de solubilidad, este tipo de respuestas evidenciaron cómo los estudiantes pueden realizar conjeturas e inferencias acercándose de hecho a la manera en cómo piensa un científico.

Habilidad del uso de Lenguaje Científico:

Al evaluar el uso de lenguaje científico fue evidente cómo esta se presentó como la habilidad en la cual los estudiantes mostraron más dificultad, puesto que un porcentaje de 36% fue evaluado dentro del nivel A al finalizar la primera prueba, sin embargo su desarrollo avanzó significativamente al finalizar las unidades didácticas, evaluando de esta manera al 88% del grupo dentro del nivel AV.

En la gráfica 4 se refleja el resultado a nivel grupal teniendo en cuenta el desarrollo de la habilidad de uso de lenguaje científico por parte de los estudiantes durante las tres unidades didácticas (UD) implementadas para este estudio.



Gráfica 4. Desarrollo de habilidad del uso de lenguaje científico al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.

Es así como es importante aclarar que el empleo erróneo de los términos científicos no sólo se deben a un limitante de carácter interno sino que además se debe a la ambigüedad en el significado de estos, puesto que es común que un término a su vez tenga varios significados como en el caso de la palabra “materia” por lo cual los dos deben ser considerados válidos dependiendo al contexto donde son formulados, por esto es entendible como el estudiante opte por usar términos que

para él resultan familiares, en este sentido Astolfi ^[23] expone que los estudiantes al momento de plantear sus ideas tienen dos alternativas, la primera es emplear el significado científico, el cual se caracteriza por ser objetivo y puntual, por el cual el profesor se ve interesado en enseñar, por el contrario el segundo se manifiesta por ser funcional debido a que el estudiante lo usa como un camino más corto para manifestar sus ideas, estos son significados que provienen desde la infancia y son captados por la experiencia personal, por lo cual son resistentes al cambio. Esta misma característica es descrita por Driver *et al.* ^[16] pero en este caso las autoras se refieren a esta como conceptos indiferenciados, esto se debe a que los niños tienden a ser más inclusivos con los conceptos utilizados generando así términos con significados generales, debido a esto no perciben la necesidad de hacer distinción dentro de un término o varios. Bajo este argumento el docente debe guiar al estudiante para que este realice una “desconexión” entre los dos términos y pueda aplicarlos al contexto al cual pertenecen, ya al no tener un entendimiento apropiado se estaría alejando del conocimiento objetivo.

Igualmente se observó cómo en la mayoría de estudiantes se presentó una confusión en el término “sustancia pura”, ya que evidentemente la interpretación del término “pura” dentro de las creencias de los niños se relaciona con una sustancia “buena”, cuando desde el punto de vista químico estas sería una respuesta incoherente, bajo este argumento Astolfi ^[23] explica que esto se debe a que existe una sobrevaloración de los elementos “buenos” sobre los considerados como “malos” y a su vez los términos o nomenclaturas químicas se relacionan con sustancias nocivas. Por lo anteriormente mencionado, es así como se entiende que los estudiantes anteponen sus creencias al momento de hacer uso del lenguaje.

IV. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos de las cuatro habilidades de pensamiento científico se observó en términos generales como es la manera de pensar, dar respuesta, razonar y solucionar problemas de los estudiantes con las edades antes mencionadas. En primer lugar desde las teorías piagetianas se pueden explicar diferentes características del pensamiento infantil evidenciadas durante la investigación, entre estas podemos considerar que los estudiantes participantes de este estudio, están ubicados dentro de la etapa de operaciones concretas, es decir la etapa que comprende las edades entre los 7 y 11 años, en la que según Canizales, Salazar y López ^[15] indican que el niño es capaz de analizar mentalmente varias variables y posee la habilidad de reversibilidad, la cual le permite invertir

mentalmente una acción sin necesidad de ejercerla físicamente. Frente a esto se puede considerar a manera general como los estudiantes evaluados dentro de los niveles ED y AV se encuentran dentro del período en el cual ejercen el pensamiento lógico concreto, mientras que los estudiantes evaluados dentro del nivel A aún presentan características del período anterior, es decir el período pre operacional, puesto que es evidente como entre sus respuestas se hallaron las principales características de esta etapa, Canizales, Salazar y López ^[15] nos señalan que estas son:

- Incapacidad de revertir procesos mentalmente (reversibilidad).
- Incapacidad de percibir cambios bajo dos dimensiones al mismo tiempo.
- El razonamiento lógico tiende a ser inflexible.

Es indudable como estas características mencionadas fueron encontradas en las respuestas dadas por los estudiantes que estaban dentro del nivel A en todas las habilidades de pensamiento científico evaluadas, respecto a la reversibilidad los estudiantes no reconocieron el proceso opuesto a un fenómeno, como es el caso de los cambios de estado de la materia y sus opuestos, en cuanto a la incapacidad de percibir cambios se observó al momento de evaluar la habilidad de diseño experimental, puesto que se puede decir que los estudiantes no plantearon mentalmente como un proceso puede generar un resultado final con el uso adecuado de las variables planteadas.

Por su parte las generalizaciones se hicieron presentes en las respuestas brindadas por los estudiantes, donde al preguntar acerca del significado de un fenómeno respondieron con una sola palabra limitando así su significado e inclusive este de antemano puede considerarse un obstáculo de tipo verbal, ya que se excluyen las particularidades de un fenómeno interpretándolo así como una simple categoría a través de una sola palabra o concepto.

Posteriormente en algunos estudiantes se observó como el obstáculo animista se hizo presente dentro de sus afirmaciones, explicando así fenómenos a través de acciones que no corresponden a un objeto inerte, por ejemplo, cambiar el término “atracción magnética” por “perseguir”, en este tipo de respuestas el estudiante le otorga características vivas a las partículas metálicas que son atraídas por un imán, al respecto Mora ^[21] afirma que los niños tienden a tener dificultades explicando hechos físicos por esto recurren a explicarlos a través del animismo.

Los niños en general muestran una motivación especial al momento de aprender ciencias por medio de trabajos experimentales y lúdicas en las cuales ellos pueden participar como sujetos activos, evidenciando así no sólo un desarrollo cognitivo sino además un gran interés por las ciencias lo cual el docente debe de aprovechar y fomentar.

El uso de trabajo experimental dentro del aula de clases debe de ser progresivo y constante con el fin de que la enseñanza de las ciencias no se base en un solo proceso memorístico.

Es necesario replantear las estrategias didácticas implementadas al momento de enseñar ciencias naturales, puesto que es importante generar un cambio de actitud en los estudiantes con ayuda de los maestros para lograr así una verdadera motivación al momento de aprender ciencia.

Teniendo en cuenta las habilidades de pensamiento científico evaluadas, en este caso la habilidad de clasificación se presentó como la de menor dificultad desde la ejecución desde la primera hasta la última unidad didáctica, mientras que la habilidad del uso de lenguaje científico fue en la que los estudiantes demostraron mayor dificultad, no obstante al finalizar las actividades se obtuvo un incremento considerable dentro de esta y las demás habilidades.

Los niños con necesidades educativas especiales, a pesar de tener un bajo rendimiento durante la primera prueba demostraron niveles de desarrollo iguales o superiores a sus compañeros, evidenciando como con el debido acompañamiento pueden desarrollar efectivamente su proceso cognitivo.

Durante la aplicación de las actividades y sus respectivas pruebas se encontró como el pensamiento de los niños es cambiante y flexible, demostrando así como los niños con edades comprendidas entre 9 y 11 años tienen la capacidad de solucionar problemas de manera coherente, justificar argumentos por medio de sus propias palabras y realizar afirmaciones de manera lógica y coherente además de presentar la habilidad de reversibilidad ya que esta es característica de la etapa de operaciones concretas, evidenciando así un claro pensamiento científico con sus propias características ligadas directamente a la edad y al pensamiento infantil. Diferentes obstáculos epistemológicos se presentaron dentro de las respuestas brindadas por los estudiantes, tales como conceptos previos, el animismo, el obstáculo verbal, las generalizaciones, comparaciones y las analogías. Se debe

entender a estas limitaciones como parte del pensamiento infantil, los cuales deben de ser superados progresivamente obstáculos con ayuda del maestro, guiando así a estas ideas al conocimiento objetivo.

V. REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Recuperado de: https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- [2] Ministerio de Educación Nacional. (2004). *La formación en ciencias: ¡El desafío!* Recuperado de: http://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- [3] Ministerio de Educación Nacional (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje: Ciencias Naturales*. Recuperado de: http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf
- [4] Arango, V., Arboleda, L., Aricapa, D., González, E., Orozco, L., (2015). *El pensamiento científico en niños y niñas* (Tesis de pregrado). Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín.
- [5] Arce, E. (2002). El valor de la experiencia en la enseñanza de las ciencias naturales, el taller de ciencia para niños de la sede Atlántico de la Universidad de Costa Rica: Una experiencia para compartir. *Revista Educación*, 26(1), 147-154.
- [6] Cardona, D., Gomez, Y., & Pino, C. (2018). *“Acuciencia” promoviendo el desarrollo de habilidades de pensamiento científicas en niños(as) dentro del Museo de Ciencias Naturales la Salle*. (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia: Medellín, Colombia.
- [7] Osorio, A. (2009). *Habilidades científicas de los niños y niñas participantes en el programa de pequeños científicos de Manizales* (Tesis de maestría). Universidad de Manizales-CINDE, Colombia.
- [8] Cogollo, E., Romaña, D. (2016) *Desarrollo del pensamiento científico en preescolar: Una unidad didáctica basada en el ciclo de Soussan para la protección del cangrejo azul* (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Colombia.
- [9] Di Mauro, M., Furman, M., & Bravo, B. (2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 10(2), 1-11.

- [10] Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico*. México D.F: Siglo Veintiuno Editores S.A.
- [11] Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.
- [12] Carrillo, C. (2012). Enseñanza para el desarrollo del pensamiento científico desde la escuela. En A. M. Rodríguez. (Ed), *Desarrollo del pensamiento científico en la escuela; Proyecto Innovación en Formación Científica* (pp. 15-35). Bogotá, Colombia: Editorial Jotamar Ltda.
- [13] Rivera, A. (2016). *La experimentación como estrategia para la enseñanza aprendizaje del concepto materia y sus estados*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia: Manizales, Colombia.
- [14] Zimmerman, C. (2007). *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. Developmental Review*, 27, 172-223.
- [15] Canizales, V. Alma., Salazar, G. Carmen., & López, S. Antonio., (2004). *La experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primaria- Mazatlán, Sinaloa* (Tesis de Pregrado). Universidad Pedagógica Nacional.
- [16] Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Las ideas de los niños en el aprendizaje de las ciencias. Ideas de la infancia y en la adolescencia*. Madrid: Editorial Morata.
- [17] Cáceres, S. (2015). *Descripción del desarrollo del pensamiento científico en niños de quinto básico de escuelas municipales de san ramón* (Tesis de Maestría). Universidad Alberto Hurtado.
- [18] Rojas, T. (2006) *Planificación cognitiva en la primera infancia. Acta Colombiana de Psicología*, 9(2), 101-104.
- [19] Izquierdo, L. (2015). *Análisis de los dibujos infantiles*. (Tesis de pregrado). Universidad de Valladolid. España.
- [20] Sánchez, M. (1995) *Desarrollo de habilidades del pensamiento: procesos básicos de pensamiento*. México: 2da edición. Trillas. ITESM.
- [21] Mora, A. (2002). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias naturales en niños de edad escolar. *Inter Sedes*, 3(5), 75-89.
- [22] Chiabrando, L., Dibar, M. (2014). “¿Qué estrategias utilizan los niños de escolaridad primaria para evaluar explicaciones sobre fenómenos físicos?”. *Revista Enseñanza de la Física*, 26, 65-74.
- [23] Astolfi, J. (1998). El tratamiento de los obstáculos epistemológicos. *Revista Educación y pedagogía*, 11(25).

Biografía. Autor 1: Sara Daniela Rendón León.


Estudiante de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental.

Biografía. Autor 2: Diana Katherine Onofre Villa.

Estudiante de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental.

Biografía. Autor 3: Nadia Lucia Obando Correal.

Licenciada en Biología y Educación Ambiental de la Universidad del Quindío, Magíster en Educación de la Universidad Tecnológica de Pereira. Estudiante de Doctorado en Didáctica. Docente de la Universidad del Quindío



MATERIAL DIDÁCTICO COMO ALTERNATIVA DE EDUCACIÓN INCLUSIVA, FORMACIÓN CIENTÍFICA Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO¹

Teaching material as an alternative of inclusive
education, scientific education and significant
learning

L. Contreras², Y. Jaramillo³, D. Bolívar⁴ y C. Arroyave⁵

1 El artículo es producto de una parte de la metodología usada en el curso de Bioquímica del programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Antioquia, la investigación se encuentra en curso, y aquí se presentan resultados parciales.

2 Universidad de Antioquia; Contacto: leidy.contreras@udea.edu.co.

3 Universidad de Antioquia; Contacto: yonatan.jaramillo@udea.edu.co.

4 Universidad de Antioquia; Contacto: daniela.bolivar1@udea.edu.co.

5 Universidad de Antioquia. Contacto: elias.arroyave@udea.edu.co

Resumen

El objetivo del presente trabajo es lograr que estudiantes de licenciatura en Ciencias Naturales, diseñen y elaboren materiales didácticos inclusivos, como excusa para la apropiación de conceptos de la bioquímica, mediante aprendizaje significativo. Metodológicamente, se seleccionan subgrupos a los que se les encargó investigar independientemente, los conceptos relacionados con una ruta o conjunto de rutas metabólicas. Para ello, se sugiere diseñar una clase que incluya el material didáctico que elaboraron, que cumpla con los requisitos de ser inclusivos, en este caso, que puedan ser percibidos sensorialmente. Como resultado, se encuentra que los estudiantes que son sometidos a la experiencia de percibir el material comprenden mejor la situación de los compañeros con discapacidad, incrementan su capacidad creativa, y permite a los estudiantes que construyen el material, tener una mayor facilidad no solo para adquirir los nuevos conceptos, sino también para relacionarlos con otros conceptos. Se concluye que esta herramienta metodológica, permite: 1. Lograr mejores aprendizajes significativos y 2. Generar educación inclusiva.

Palabras clave

Aprendizaje significativo, educación inclusiva, educación en ciencias, materiales didácticos.

Abstract

The objective of this work is to achieve that the students of bachelor's degree in Natural Sciences design and elaborate inclusive didactic materials as an excuse for the appropriation of biochemistry concepts in order to achieve a significant learning. Methodologically, subgroups are selected to independently investigate concepts related to a route or set of metabolic routes, the objective is to design a class from a didactic material developed by themselves that meets the inclusion requirement, on this way, the materials must be developed so that they can be sensory perceived. As a result, it is found that students who are subjected to the experience of perceiving material, can understand better the situation than the classmates who do not have such experience, for this, they increase their creative capacity, and allow students that build the material also to have greater apprehension not only to acquire new content, but also to relate it to other concepts. It is concluded that this methodological tool allows: 1. Achieve better significant learning; 2. Generate inclusive education

Keywords

Inclusive Education, Significant Learning, Didactic Materials, Science Education.

I. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, a las personas con algún tipo de “discapacidad”: auditiva, motora, visual, entre otras, se les negó la oportunidad de aprender en los espacios usados por las personas denominadas “convencionales”. En los últimos años, el Ministerio de Educación exige que los programas académicos a todos los niveles educativos se modifiquen, para que todas las personas tengan las mismas oportunidades de aprendizaje, aprovechando, por ejemplo, el uso de los sentidos [1].

Entre los obstáculos a la educación en ciencias de los niños ciegos y deficientes visuales se encuentran la falta de metodologías y materiales específicos, y las bajas expectativas del profesorado, como ejemplo, en EEUU, los profesores creían poco realista que una persona invidente fuera química, cuando existen bastantes químicos que son invidentes [2].

Diferentes investigadores señalan que las personas con discapacidad pueden aprender las áreas de las ciencias exactas a todos los niveles académicos, y que dicha discapacidad no debe ser un obstáculo para el aprendizaje, por lo que se puede aprovechar la capacidad que se tiene para percibir la información a través de los sentidos y, por lo tanto, lo importante es la capacidad del docente para realizar los ajustes necesarios en sus metodologías, desarrollo de materiales didácticos y apropiación de los recursos tecnológicos adecuados, para la generación de educación inclusiva [3] [4] [5].

Por otra parte, la enseñanza de las ciencias exactas debe buscar que quienes las estudian obtengan aprendizajes significativos, que sean correctos desde el punto de vista científico; Ausubel, en su propuesta de aprendizaje significativo, sugiere que cuando se desea que se aprenda algo, el docente debe, en primer lugar, averiguar con los estudiantes qué preconceptos tienen sobre el objeto de estudio en particular, y a partir de esos preconceptos, elaborar materiales y actividades que contribuyan efectivamente a un aprendizaje significativo [6].

De tal manera que, para generar una educación inclusiva y de aprendizajes significativos, es importante la generación de materiales didácticos adecuados,

como uno de los pasos importantes para lograr el objetivo. Los materiales didácticos bien planeados y diseñados, que puedan ser percibidos por los diferentes sentidos, contribuyen con ambos propósitos, ya que el canal por el que se perciba el mensaje no cambia el mensaje mismo.

Los estudiantes de la licenciatura en Ciencias Naturales con énfasis en Educación Ambiental de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia serán los responsables de la enseñanza de las ciencias para las futuras generaciones.

En consecuencia, retar a los estudiantes en los diferentes cursos de su programa académico para ayudarlos en el proceso de obtener diversos puntos de vista sobre lo que significan algunas discapacidades; ponerlos en esas situaciones de discapacidad; incentivar su inventiva para el desarrollo de materiales didácticos inclusivos; ejercitar su habilidad de acceder al aprendizaje de conceptos desconocidos, utilizando andamiajes para construirlos adecuadamente sobre su estructura cognitiva; y capacitándolos para relacionar esos nuevos conceptos con el diseño y elaboración de materiales didácticos relacionados con los nuevos conceptos, son propósitos que en principio ayudan a generar las herramientas necesarias para incrementar esas habilidades requeridas por los futuros docentes, para hacer los ajustes acordes con las necesidades de aprendizaje de sus estudiantes. Y a través de esa elaboración y diseño de los materiales, lograr una mejor comprensión de los conceptos de la Bioquímica.

En esta perspectiva, con el presente trabajo se busca:

- Analizar la efectividad de estrategias didácticas basadas en la educación inclusiva como método de acercamiento a los modelos en bioquímica.
- Adquirir herramientas que permitan mejor comprensión de los contenidos de la Bioquímica teniendo la interacción y socialización como base.
- Crear materiales didácticos perceptibles a través de los diversos sentidos, que generen educación inclusiva y aprendizajes significativos.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Metodología

Esta experiencia se lleva a cabo con estudiantes del curso de Bioquímica del pregrado de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación ambiental de la Universidad de Antioquia, a quienes se les pidió consentimiento informado.

Los objetos de estudio son los diferentes temas presentes en el microcurrículo de Bioquímica: metabolismo oxidativo de la mitocondria, metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas, entre otros.

Se selecciona al azar un grupo de estudiantes para que consulten, de forma independiente, los conceptos necesarios para comprender uno de los temas del curso, como ejemplo, el metabolismo oxidativo en la mitocondria: ciclo de Krebs, cadena respiratoria y fosforilación oxidativa.

Se le explica a ese subgrupo que debe tener la información suficientemente clara, para así poder explicar el tema a estudiantes de la media vocacional, pero que, para iniciar la explicación, se deben apoyar en un material didáctico diseñado y elaborado por ellos mismos. Este material deben elaborarlo de tal manera, que su construcción involucre componentes identificables sensorialmente, para estimular no solo la vista, sino también el tacto, el olfato o el oído, obteniendo así un material que genere educación inclusiva.

Los estudiantes preparan el material y lo llevan al salón de clase; allí, de manera sorpresiva, se les solicita que expongan el tema a sus compañeros, los cuales son enfrentados ante el material para que lo perciban a través de los diferentes sentidos. La hipótesis nula que se maneja es que no existen diferencias significativas entre los resultados de evaluación del grupo que elabora los materiales y el grupo que recibe la clase. La hipótesis alternativa es que existen diferencias significativas entre ambos grupos.

Con un $\alpha=0,05$

Una vez los estudiantes ponen a sus compañeros en contacto con el material didáctico que elaboraron y explican el tema correspondiente, el docente

complementa el tema y explica o aclara puntos sobre los considera necesario profundizar.

Posteriormente, a los estudiantes se les entregan dos documentos para que respondan por ellos:

1. Un cuestionario con escala likert que permite indagar por la percepción que tienen los estudiantes en aspectos como: dimensión del aprendizaje significativo en cuanto a la percepción del tema, la percepción didáctica y la valoración del aprendizaje; dimensión sobre la inclusión, en cuanto a la percepción del modelo, la presentación del modelo y la valoración de los instrumentos.
2. Un quiz o parcial (dependiendo de la extensión de lo explicado), para que den respuesta sobre los conceptos tratados utilizando el material didáctico.

A continuación, se presenta un modelo de cuestionario utilizado:

Lic. Ed. Básica énfasis en Ciencias Naturales y Ed. Ambiental
Facultad de Educación
Universidad de Antioquia
2019



CUESTIONARIO				
Elaboración de material didáctico por parte de los estudiantes de bioquímica de licenciatura en ciencias naturales, como alternativa de educación inclusiva, formación científica y aprendizaje significativo.				
Nombre y apellidos: _____ Año/semestre del curso: ____				
Por favor, responde a las siguientes afirmaciones de la siguiente manera. 1.- Muy en desacuerdo 2.- En desacuerdo 3.- De acuerdo 4.- Muy de acuerdo				
DIMENSIÓN 1: APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO				
PERCEPCIÓN DEL TEMA	1	2	3	4
1. Considero importante que mis preconcepciones acerca del tema sean tenidas en cuenta al abordar nuevos elementos conceptuales y que se repita el proceso periódicamente aunque sea el mismo tema.				
2. Abordar los temas de una forma activa de manera que me implique la preparación de clase, aumenta mi comprensión respecto al tema.				
PERCEPCIÓN DIDÁCTICA	1	2	3	4
3. Considero que las estrategias didácticas, basadas en fenómenos cotidianos aumenta mi comprensión sobre el tema.				
4. Los modelos presentados y adaptados para la enseñanza - aprendizaje del tema en clase, promovieron en mí interés y me fue más fácil aprender.				
VALORACIÓN DEL APRENDIZAJE	1	2	3	4
5. La interacción en clase, me permite realizar preguntas, analizar la información con base en mis experiencias, y buscar explicaciones de los fenómenos de mi vida cotidiana.				
6. Las estrategias de evaluación, generaron una buena retroalimentación y reflexión de los aprendizajes obtenidos.				
DIMENSIÓN 2: INCLUSIÓN				
PERCEPCIÓN DEL MODELO	1	2	3	4
7. Los modelos presentados tradicionalmente en los libros de bioquímica son difíciles de comprender y estudiar.				
8. Es necesario abordar el modelo entre pares de forma que podamos poner puntos en común, socializar los conceptos, y tratar de comprender la información entre varias personas.				
9. Cuando alguien distinto al profesor me explica el modelo, tengo la oportunidad de comprender nuevos conceptos que no había entendido por mí mismo.				
PRESENTACIÓN DEL MODELO	1	2	3	4
10. Cuando hago maquetas de los modelos de bioquímica, tengo por objetivo que los demás comprendan lo que quiero mostrar.				
11. Considero que los modelos bioquímicos presentados en los libros tradicionales, dificultan la comprensión de las personas con discapacidad visual.				
12. Construyo las maquetas de los modelos de tal manera que me enfoco en personas con algún tipo de discapacidad y su forma de percibir este modelo.				
13. Pongo a prueba mi inventiva, ingenio y creatividad para que, en mi función como expositor, logre presentar materiales que apoyen la educación inclusiva.				
VALORACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	1	2	3	4
14. Creo que los instrumentos presentados durante las exposiciones, fueron convenientes y apropiados para el aprendizaje del tema.				
15. Cuando mis compañeros mostraron sus instrumentos, valoré su trabajo, les hice sugerencias de mejora, y realicé el esfuerzo necesario para construirlos.				
16. Considero importante en mi formación como Licenciado en Ciencias Naturales tomar en cuenta las diferentes formas de presentar la información, de tal manera que las diferencias en los sentidos por los cuales se percibe, no sea problemático para transmitir el mensaje.				

Fig. 1. Cuestionario con escala Likert aplicado a los estudiantes del curso de Bioquímica.

EVALUACIÓN DE BIOQUÍMICA: FOSFORILACIÓN OXIDATIVA
Lic. Ed. Básico Énfasis en Ciencias Naturales y Ed. Ambiental
Facultad de Educación
Universidad de Antioquia
2028



Nombre: _____ Identificación: _____

A continuación, se presentan una serie de preguntas relacionadas con los modelos estudiados en bioquímica sobre fosforilación oxidativa, cadena transportadora de electrones, y en general el proceso básico de respiración celular. Habiendo interactuado con los diferentes modelos y maquetas adaptados y presentados en clase, responde a continuación las siguientes preguntas, lo que servirá para identificar su conocimiento actual acerca del tema.

1. La última sustancia que se produce en la cadena respiratoria es:
 - a. Agua
 - b. Oxígeno
 - c. Cobre
 - d. Citocromo a

2. El primer complejo de la cadena respiratoria recibe los electrones de:
 - a. NADH
 - b. Succinato
 - c. Citocromo C
 - d. Citocromo b

Fig. 2. Ejemplo de quiz, para indagar sobre el orden y componentes de la cadena respiratoria, en este caso realizado con selección múltiple con 4 opciones de respuesta y una sola de ellas correcta.

Después de llenar la encuesta y presentar el parcial, se realiza el análisis de los instrumentos, y de ser necesario, una realimentación a los estudiantes sobre los temas en los que han mostrado menor grado de aprendizaje.

III. RESULTADOS

La elaboración del material es el punto de partida para el desarrollo de la experiencia pedagógica en la que los estudiantes se sumergen al experimentar lo que se siente al dictar la clase sobre el tema en particular que les corresponde. Sin embargo, la elaboración del material es el punto final de todo el proceso de investigación sobre los temas correspondientes, la planeación de la clase y el diseño del material mismo; esto hace que los estudiantes sean autónomos en cuanto a la adquisición de los conceptos, lo cual se observa posteriormente en la evaluación, pues los estudiantes involucrados en la elaboración del material muestran un mayor manejo de los temas asociados al material, no solo en los conceptos como tal, sino también en la aplicación o relación de los mismos con otros conceptos.



Fig. 4. Modelo en 3D de la mitocondria construida por un estudiante como paso inicial para comprender el modelo de la morfología de la organela donde ocurren importantes rutas metabólicas.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos a partir del cuestionario aplicado a los profesores en formación.

En cuanto a los resultados en la categoría de aprendizaje significativo, toma gran importancia la percepción didáctica como estudiantes y profesores en formación. Se encuentra que perciben la importancia de identificar las preconcepciones de los estudiantes, así como de sus propias preconcepciones durante su formación, siendo este un punto de partida que afianza la relación con el estudiante y con el conocimiento, dando paso a la retroalimentación y modelización en diferentes trabajos realizados en clase.

Los resultados en este caso indican que la didáctica y valoración del aprendizaje juegan un papel fundamental en el aprendizaje significativo; en primer lugar, es necesario comprender que el conocimiento científico, tradicionalmente abstracto, puede continuar siendo abstracto si no se vincula a un problema o necesidad que permita a quien lo aborde, entablar una conexión con él.

En este sentido; los fenómenos cotidianos, la propia experiencia, las dudas, la resolución de problemas, entre otros, son la oportunidad de vínculo con el conocimiento científico, así como su comprensión y divulgación. Es, además, mediador en este caso de las relaciones pedagógicas y, particularmente, con los modelos construidos, adaptados didácticamente para enseñar y aprender los temas relacionados con Bioquímica.

Asimismo, si se habla de la valoración del aprendizaje en términos de interacciones entre sujetos y aspectos relacionados con la evaluación, los datos permiten comprender que los modelos tradicionalmente presentados en libros no son suficientes para su comprensión. Es necesaria una mediación basada en la interacción entre pares, que permita poner aspectos en común, dudas, puntos de partida, problemáticas y dificultades que posibiliten, como sujetos en relación con el aprendizaje, idear y evaluar estrategias para abordar estos modelos y hacerlos más comprensibles.

La experiencia y los fenómenos de la vida cotidiana ofrecen las situaciones problema a partir de las cuales se aborda el conocimiento científico para la explicación de estos. Al mismo tiempo, es una estrategia motivadora y eficaz en el aprendizaje, y brinda la posibilidad de retroalimentación y reflexión.

Ahora bien, con respecto a la inclusión, se parte del hecho de que los datos nuevamente dicen que los modelos tradicionales son difíciles de asimilar y comprender. Se requiere, no solo un andamiaje y constante retroalimentación, sino también diferentes formas de acercarse al modelo; es este un aspecto reflexivo en los estudiantes como futuros licenciados en ciencias, y lo que esto conlleva.

Los jóvenes están de acuerdo en que la comunicación entre pares, y no solo la exposición de modelos como la educación tradicional lo ha abordado, les brinda la oportunidad de comprender mejor el modelo a partir de ejercicios de socialización, puestas en común, y disminuir la densidad de la información a asimilar.

Lo anterior representa un reto más para los profesores de ciencias y su papel como guías del conocimiento. Los métodos tradicionales para presentar la información basados en la transmisión de contenido, más que en la comprensión y aplicación de este, pueden llegar a crear estudiantes frustrados que terminan replicando el

modelo, y si esto es una reacción en cadena, se puede prever o suponer hasta cierto punto, el porqué del estado actual de la educación y del avance científico. Adicional a lo anterior; los estudiantes en este caso manifiestan que, al realizar diferentes modelos de bioquímica y estar en el proceso de crear el material adecuado para explicar cierto modelo, se genera mayor aprendizaje y retroalimentación de los conceptos trabajados en clase. Lo anterior se justifica en el compromiso que, como profesores, se pone en el objetivo de poder “llegar a los demás”, “que nos comprendan y seamos comprendidos”, entender con responsabilidad el lugar del otro, las diferentes formas de percibir los estímulos a través de los sentidos, y enfocar gran parte del esfuerzo del maestro en alcanzar esas formas.

Estas consideraciones parten de la motivación que se reflejó en los resultados, y que llama a tomar conciencia sobre la dificultad que implica para las personas con discapacidad (visual en este caso), enfrentarse a los modelos impresos y establecer su relación con ellos.

Esta reflexión desemboca en la motivación de los profesores en formación, para construir material didáctico perceptible a través de los diferentes sentidos. Al mismo tiempo, se potencian otras habilidades inventivas y creativas para la adaptación y exposición de los modelos; esto se suma a la idea de que los modelos tradicionalmente visuales, no deben ser un impedimento para nadie que quiera aprender ciencias.

Sucede pues, que la valoración de los instrumentos utilizados en clase para exponer o identificar ciertos procesos bioquímicos, reflejan que muchos docentes en formación están de acuerdo en implementar y pensar un material, como maquetas inclusivas, que generen una mayor percepción y comprensión de los conceptos abordados durante la clase. Lo consideran una forma de traspasar las barreras de la formación científica tradicional, y apuntan a una educación inclusiva en la que la discapacidad no sea impedimento para aprender ciencias. Se evidencia la retroalimentación y la aceptación de las sugerencias para mejorar las herramientas didácticas que diseñaron. A su vez, se observa que hay una construcción de aprendizaje significativo entre pares que posibilita repensar la enseñanza - aprendizaje de las ciencias desde la inclusión. En este sentido, se considera que los canales de percepción de la información no alteran el nivel del conocimiento asimilado en sí, sino la forma en que se asimila, lo cual se evidencia, también, en personas sin ningún tipo de

discapacidad, aludiendo a los tipos de aprendizaje (visual, auditivo, kinestésico, entre otros), o bien, los diferentes tipos de inteligencia.

En términos cuantitativos, a partir del examen breve al que se enfrentaron los estudiantes en este caso, se evaluaron los resultados según las notas obtenidas por dos grupos, el primero formado por los estudiantes que elaboran el material, y el segundo por los estudiantes que son sometidos a él. Aunque los resultados para la totalidad del grupo muestran que la nota fue de 4.00 ± 0.34 , no se encontró evidencia de diferencias significativas entre los dos grupos, ya que la nota, en cada caso, fue para el grupo que elaboró el material fue de 4.00 ± 0.00 , mientras para el otro grupo: 4.00 ± 0.41 . La principal diferencia se encuentra en la variabilidad de las respuestas: mientras el grupo que elaboró el material dio las mismas respuestas, el grupo que fue sometido al material dio respuestas diferentes en algunos casos.

Los resultados muestran que el material permite adquirir una comprensión alta de los temas explicados a través de él; se obtienen buenos resultados en ambos grupos, posiblemente debido a la interacción multisensorial con el material, de manera que el canal de comunicación, en este caso, refuerza la capacidad de los estudiantes para captar mejor los conceptos.

Sin embargo, llama la atención que el grupo que elaboró el material tiene una desviación estándar de 0, es decir, todos los estudiantes que elaboraron el material, aparentemente, tendrían la misma comprensión de los conceptos, en la medida que el instrumento lo permitió evaluar, ya que estos respondieron exactamente igual el quiz, con las mismas preguntas correctas y las mismas preguntas incorrectas.

Por otra parte, las preguntas 1 a 4 y la 7, se relacionaban directamente con partes del material didáctico que se podían percibir por distintos sentidos; ninguno de los estudiantes se equivocó al responder estas 5 preguntas; las preguntas 5,6 y 8 a 10, eran preguntas que requerían un grado de interpretación superior, y el material no permitía captar esta información con el mismo nivel que las otras preguntas; en estas 5 preguntas hubo diferentes porcentajes de error, siendo la pregunta 10, en la que se indaga por la sustancia con el máximo potencial redox, donde hubo mayor error al responder.

IV. CONCLUSIONES

Con respecto a lo observado, el material didáctico que elaboraron los estudiantes los sensibiliza con respecto a las personas que presentan algún tipo de discapacidad, ya que el desarrollo de materiales que se puedan percibir por diversos sentidos hace que los estudiantes se “pongan en los zapatos” de sus compañeros. Además, se convierte en un lenguaje diferente a la hora de explicar los temas y los conceptos que desean transmitir a través de dicho material.

Asimismo, la generación de materiales didácticos inclusivos como herramienta para la adquisición de los conceptos bioquímicos, fue bien percibido por los estudiantes en las diferentes dimensiones evaluadas por la encuesta; mientras que los resultados de los quices indican que la afectación multisensorial sufrida por los estudiantes les permite una mejor apropiación de los conceptos.

Dentro de los resultados también se considera que los materiales didácticos que generan inclusión reciben aceptación de los estudiantes que los elaboran, y de quienes interactúan con dicho material, ya que empiezan a percibir a través de los sentidos, detalles que solo con la vista no perciben. Este aspecto lo sustentan las encuestas y los quices, en los cuales se obtienen buenos resultados, especialmente en preguntas que se asocian directamente con los conceptos que percibieron por alguno de los sentidos.

Los materiales didácticos son una herramienta invaluable para los estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales, ya que muestra tanto su potencial para la apropiación de los conocimientos, como para la enseñanza de los mismos a los estudiantes de la educación básica; esto se logra gracias a la interacción que tienen con el material y a la socialización de los mismos.

REFERENCIAS

- [1] M. L. Bermejo, M. I. Fajardo y V. Mellado, «El aprendizaje de las ciencias en niños ciegos y deficientes visuales,» *Integración*, vol 38, pp. 25 - 34, 2002.
- [2] K. Norman, D. Caseau y G. P. Stefanich, «Teaching students with disabilities in inclusive science classrooms: Survey results,» *Science Education*, vol. 82, pp. 127-146, 1998.

- [3] M.-A. Soler Marti, *Didáctica Multisensorial de las Ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, Deficientes visuales, y también sin problemas de visión*, Barcelona: Ediciones Paidós, 1999.
- [4] R. A. Weisgerber, *Science succes for students with disabilities*, New York: Addison Wesley, 1995.
- [5] M. A. Mastropieri y T. E. Scruggs, «Science for Students With Disabilities,» *Review of Educational Research*, pp. 377 - 411, 1992.
- [6] M. A. Moreira, *Aprendizaje significativo: Teoría y Práctica*, Barcelona: Visor, 2003

Autor 1: Leidy Tatiana Contreras Sandoval

Estudiante Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Antioquia.

Áreas de investigación: Didáctica de las ciencias, formación de maestros; andamiaje e inclusión

Autor 2: Yonatan Ferney Jaramillo Gómez

Estudiante Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Antioquia.

Áreas de investigación: Didáctica de las ciencias, formación de maestros.

Autor 3: Daniela Bolívar Zapata

Normalista superior con énfasis en pedagogía infantil de la Escuela Normal Superior de Copacabana; estudiante Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Antioquia.

Áreas de investigación: Práctica pedagógica y Formación de maestros.


Autor 4: Carlos Elías Arroyave Montoya

Doctorado en Ciencias Químicas, Universidad de Antioquia; Magister en Ciencias Químicas, Universidad de Antioquia; Químico, Universidad de Antioquia.



Docente Catedrático Bioquímica, Universidad de Antioquia, Universidad EIA, Fundación Universitaria San Martín, Politécnico Jaime Isaza Cadavid; Docente Química Orgánica, Universidad de Antioquia.

Áreas de investigación: Transformación de materia orgánica; Métodos didácticos en Bioquímica y Química Orgánica.



¿CÓMO APORTA UNA SALIDA DE CAMPO EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES INVESTIGATIVAS DE FUTUROS PROFESORES DE CIENCIAS?¹

¿How does it provide a field output
in the development of research skills
of future science teachers?

*C. Canastero², S. Contreras³, R. Franco⁴,
M. Neira⁵, V. Racine⁶, V. Sánchez⁷*

1 Proyecto realizado en el marco del Semillero de investigación Grupo EDUQUVERSA. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química. eduquversa@gmail.com código orcid: 000-0003-4679-2579.

2 Catalina Canastero, accanasterot@upn.edu.co, C.C:1030646947

3 Stefania Contreras Saenz, stefaniacscaenz@gmail.com, C.C:1007423575

4 Ricardo Andres Franco Moreno, rfrankoupn11@gmail.com, C.C:80864581

5 Marcela Neira Castellanos, marceneira.neiracastellanos@gmail.com , C.C:1010197779

6 Valentina Racine Ciceri, valentina.racine2001@hotmail.com, C.C:1006502597

7 Valentina Sanchez Morales, valentinasanchezmorales17@gmail.com, C.C:100126554

*Nunca la sabiduría dice una cosa
y la naturaleza otra. Juvenal.*

Resumen

En este artículo se presenta el resultado de la sistematización de una experiencia consistente en reconocer la importancia de las salidas de campo como laboratorio vivo para la formación de profesores de ciencias en la Universidad Pedagógica Nacional, teniendo como referentes el desarrollo de habilidades investigativas, el enfoque de química verde y la sustentabilidad ambiental. Se parte de una investigación con enfoque cualitativo, para la cual se recopiló diferentes puntos de vista de los participantes en una salida de campo a los departamentos de Antioquia y Caldas, desde tres ejes: observación, problematización y reflexión. Se concluye que la participación en actividades de este tipo contribuye al desarrollo de habilidades investigativas, fundamentales para la formación del futuro profesor de ciencias como investigador.

Palabras clave

Habilidades investigativas, laboratorio vivo, química verde, salida de campo, sustentabilidad ambiental.

Abstract

In this presentation, the result of the systematization of an experience consisting of recognizing the importance of field trips as a living laboratory for the training of science professors at the Pedagogical University is communicated National, having as references, the development of investigative skills, the approach of green chemistry and environmental sustainability. Based on a qualitative methodology, different views were collected from the participants in a field outing to the departments of Antioquia and Caldas, from three axes: observation, problematization and reflection. It is concluded that participation in such activities contribute syllavours, which are fundamental to the training of the future science teacher as a researcher.

Key words

Field trip, green chemistry, environmental sustainability, live laboratory, research skills.

I. INTRODUCCIÓN

Las salidas de campo como actividades fundamentales para el desarrollo de habilidades investigativas, parten de la idea de la metodología constructivista propuesta por Piaget, en la cual se establece que el individuo forma una interacción con el medio que lo rodea, construyendo el conocimiento día a día de acuerdo con las experiencias vividas [1]. Así, el valor agregado que se otorga al laboratorio vivo y al conocimiento del contexto es relevante, pues el estudiante actúa para construir su propio aprendizaje significativo, ya que aprende conceptos, entiende fenómenos, procedimientos y sus efectos [2].

El conocimiento científico que se genera en las salidas de campo, desde un aprendizaje significativo, exige al docente la aplicación de metodologías para que los estudiantes reflexionen sobre los procesos y desarrollen la habilidad de “aprender a aprender con sentido crítico sobre su actuación” [3].

Además, le permite al estudiante establecer relaciones entre los diferentes espacios para que pueda formar sus conceptos e investigar sobre determinado tema, transformando los significados a su medio natural; así, establece un contraste entre la teoría y la práctica que ejercen, tanto el docente como el estudiante, lo cual aporta a la identificación de problemáticas socio-ambientales presentes en los espacios visitados, los factores del ecosistema existentes, para que la población se apropie del territorio y genere una postura crítica frente a este.

En efecto, durante la salida de campo realizada a los departamentos de Antioquia y Caldas, se puso a prueba el desarrollo de habilidades investigativas como la reflexión, observación, exploración, identificación y análisis de diversos fenómenos encontrados en los ecosistemas visitados: el Salto de los Micos, Río Claro, Embalse de Guatapé y Marmato.

Dentro de estas reflexiones, la pregunta y los objetivos que orientan el presente trabajo son:

¿Qué habilidades investigativas se fomentan en profesores de ciencias en formación inicial a partir de una salida de campo a los departamentos de Antioquia y Caldas? Identificar las habilidades investigativas que se fomentan a partir de la sistematización de actividades desarrolladas en el marco de una salida de campo a los departamentos de Antioquia y Caldas. Reconocer la salida

de campo como una estrategia para fortalecer el aprendizaje de conceptos científicos asociados a la química verde y a las energías alternativas con profesores de ciencias en formación inicial.

II. REFERENTES TEÓRICOS

Habilidades investigativas: de acuerdo con Martínez y Márquez [4], estas reflejan la propiedad con la que el individuo evalúa su entorno y, de acuerdo con su desarrollo conceptual, da posibles soluciones a problemáticas vistas desde la práctica y la experiencia. En el caso de una salida de campo, analizar un entorno desconocido lleva a cuestionar sucesos ambientales en donde el ser humano ha tenido una responsabilidad, al igual que su capacidad conceptual para adaptarlo a un contexto.

Como punto de partida, se plantea en el artículo fomentar en los estudiantes la necesidad de apropiarse los conocimientos desde tareas investigativas, para lograr un proceso enseñanza aprendizaje significativo, y reforzar objetivos como profundizar en conocimientos existentes y apropiarse conocimientos nuevos.

El ABSTI (Aprendizaje Basado en la Solución de Tareas Investigativas) propone cinco fases para lograr su desarrollo; en la primera fase se encuentra la formulación de objetivos, se expone la importancia de analizar el contenido de la asignatura, teniendo en cuenta que las acciones incluyentes son el describir, comparar, modelar, entre otras. En la segunda fase está el análisis del contenido de las tareas, donde se expone la dirección que va a tener el proceso de enseñanza y aprendizaje, partiendo del contexto cultural de los estudiantes y de la experiencia profesional del profesor. En la tercera fase, diseño de tareas, se define a la tarea investigativa como:

La célula del proceso formativo donde, bajo la dirección y orientación del profesor, el estudiante ejecuta diversas acciones, utilizando la lógica y la metodología de la ciencia, tendientes a la solución de problemas que acontecen en el ámbito docente, laboral e investigativo [5].

Por ese motivo su estructura está compuesta por los objetivos, acciones concretas y un enlace entre el contenido y el método de aplicación.

En la cuarta fase se encuentra el diseño de evaluación. Las tareas investigativas se evalúan con unos parámetros que incluyen: la complejidad, la diversidad de contextos asociados, la capacidad de generar nuevos aprendizajes, entre otras; mediante procesos individuales y colectivos de los estudiantes, se pretende realizar una evaluación de carácter formativo, es decir que, si el objetivo planteado no cumple su función, se requieren sistemas de ayudas o plan de mejora. En la quinta fase, control en la planificación, se abordan los resultados obtenidos por los estudiantes en este proceso y se mira el grado de desarrollo de las habilidades investigativas alcanzadas.

Sustentabilidad ambiental: según [6], la sustentabilidad ambiental consiste en mantener un equilibrio entre la energía del sistema y la de los alrededores, es decir, la sustentabilidad es un proceso cuyo objetivo es encontrar el equilibrio entre el medio ambiente y el uso de los recursos naturales de los que se dispone.

Por su parte, la UNESCO [7] define la Educación para la Sustentabilidad (ES) como “el proceso para aprender a tomar decisiones que consideren el futuro a largo plazo de la economía, la ecología y la equidad de todas las comunidades”.

Educación en química verde: la química con relación a la química verde, según el artículo *Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable*, esta es: “Una ciencia; la cual es producto de una actividad humana, es una construcción dialéctica” [7]. El conocimiento que construye dicha ciencia se transmite a través de la enseñanza, en donde se orientan temas relacionados con el deterioro del medio en el que se habita, problemáticas ambientales actuales y el intento de alcanzar un desarrollo sostenible.

Para resolver dichos problemas, es necesario observar, visualizar, estudiar, comprender e interpretar desde todas las perspectivas (a fondo), y conocer su integridad, lo cual se logra con las salidas de campo. Por lo tanto, dichas salidas se convierten en laboratorios vivos en donde se puede realizar lo anteriormente dicho de forma presencial, porque se observan y argumentan los fenómenos ocurridos desde una perspectiva distinta, más profunda y concreta, para plantear alternativas de solución, promoverlas y buscar el desarrollo sostenible.

Además, con estos espacios se busca implicar y concientizar a las demás personas de generar un cambio cualitativo y profundo, como se desprende del artículo *¿Qué tan verde es un experimento?*, donde los autores consideran: “El objetivo es generar en el estudiante, el investigador y el docente la conciencia sobre su

poder de decisión, ya que puede optar por la realización de procesos que dañen el ambiente o prevenir su contaminación” [8].

Lo anterior, en razón de que el ser humano no está, ni estará jamás separado de la naturaleza, se encuentra ligado a la Tierra como parte de un conjunto interconectado en todo nivel que constituye la vida. Por lo tanto, es preciso definir los criterios que se aplican durante las salidas a estos espacios abiertos, determinar si se están preservando los recursos naturales y cómo es el manejo personal al respecto.

Salida de campo como laboratorio vivo: las salidas de campo buscan la consolidación de logros conceptuales, actitudinales y procedimentales, que contribuyen en la formación de docentes y en el diálogo de conocimientos [9]. Constituyen una ayuda para cambiar la estructura de conocimientos a través del intercambio de ideas, expectativas y experiencias alrededor del lugar visitado, en las que se establece un contraste entre la teoría y la práctica, se desarrollan experiencias de aprendizaje que involucran capacidades cognitivas y afectivas. El Laboratorio Vivo se aborda en la educación como un modelo práctico a escala reducida de organización biológica y ecológica, para aprender y descubrir las trascendentes y estrechas relaciones entre el ser humano y la naturaleza [10].

Se toma como laboratorio vivo porque es el momento en el que se amplía el horizonte de habilidades y conocimientos, ya que los estudiantes y los docentes se apropian de los saberes y comprenden los conceptos mediante la observación directa del contexto. También ofrece la posibilidad de explorar, descubrir y redescubrir una realidad cercana o lejana, que se asume como objeto de estudio, genera un aprendizaje significativo, se toma distancia de procesos de aprendizaje memorísticos, y sirve como eje potencial del conocimiento social para formar ciudadanos críticos que puedan transformar la realidad social.

De esta manera, en la formación inicial de profesores de ciencias se ha venido incorporando el enfoque didáctico del laboratorio vivo a partir del desarrollo de salidas de campo y de visitas guiadas, como un escenario de genuinos aprendizajes en el que se favorecen, de una parte, los procesos de construcción de pensamiento crítico-reflexivo y de otra, el desarrollo de habilidades investigativas [11].

III. METODOLOGÍA

El enfoque de este trabajo es cualitativo [12], pues se retoman estrategias de sistematización y análisis propias de este enfoque, a saber, el estudio documental y el correspondiente análisis hermenéutico de los contenidos que en la documentación circulan; son respuestas de grupos de profesores en formación inicial a diferentes interrogantes y actividades planteadas en las plenarias. Se recopilaron varios documentos correspondientes a actividades desarrolladas por los participantes en los diferentes días programados. En tal sentido, de la aproximación cualitativa mencionada, emergen ejes de análisis directamente relacionados con la pregunta y el objetivo del trabajo.

IV. RESULTADOS

Sistematización de la salida de campo Día 1: lunes 1 Octubre 2018

Primera plenaria: recorrido por el municipio de Villeta, ubicado en el departamento de Cundinamarca, con la visita a la quebrada Salto de los Micos, donde se observa gran diversidad vegetal y animal; también se recorre un trayecto por Río Claro, ubicado al nororiente de Antioquia, donde se observan sus diferentes problemáticas ambientales, como las generadas por la minería. En esta salida se formulan unas preguntas orientadoras con tres ejes temáticos: (1) papel de la observación en el trabajo de campo, (2) posturas sobre la diversidad, (3) Puntos de vista ante una situación simulada.

Tabla I.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Papel de observación en el trabajo de campo	Puente entre el conocimiento teórico con una situación particular.	Contextualización para identificar problemáticas.	Contraste entre la teoría y la práctica. Las variables bióticas y abióticas en campo permiten la caracterización de un ecosistema.	Identificación de factores del sistema, apropiación del territorio generando una postura crítica como docentes por medio de la observación.
Posturas sobre la diversidad	Cada individuo cumple un papel fundamental en el ecosistema.	Diversidad de plantas, animales y fuentes hídricas en abundancia.	Diversidad de animales y alta vegetación, cuerpos rocosos con mucha humedad.	Se evidencia que la diversidad biológica de los ecosistemas está siendo afectada directamente por la actividad antropológica ligada a lo económico y a la explotación de la misma.
Puntos de vista ante una situación simulada	Generar una plantación no extractos para cuidar los recursos naturales.	Explotación de un recurso natural con un fin monetario.	Punto de vista crítico y reflexivo debido a la acción negativa del ser humano sobre la naturaleza.	El impacto que están generando las comunidades industriales y empresariales, provocando daños irreparables en el medio ambiente y lo que la educación en la ciencia puede cambiar.

Día 2: martes 2 de octubre 2018

En el desarrollo de la segunda plenaria se plantearon dos preguntas orientadoras (1) problemáticas socioambientales, el caso de la hidroeléctrica y el patrimonio cultural; (2) Impacto de la química en los ecosistemas acuáticos y terrestres. Se realizó recorrido por la hidroeléctrica en el embalse de Guatapé, donde se reconoció el contexto histórico y cultura del lugar. De acuerdo con las experiencias vividas y los conocimientos previos de cada grupo, se llega a los siguientes resultados:

Tabla II.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Problemáticas Socioambientales: Hidroeléctrica, Patrimonio Cultural	A partir de la necesidad, construir estructuras que vayan en contra del curso de la naturaleza.	La actividad económica la cual va en contravía, de la historia de una cultura. Pueblos capitalistas.	Adecuación negativa del ecosistema, historia cultural perdida.
Impacto de la química en los ecosistemas acuáticos y terrestre	Sensibilización mediante la labor docente, reducción de agentes contaminantes	NR	NR

Tabla III.

	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
Problemáticas Socioambientales: Hidroeléctrica, Patrimonio Cultural	Alteración del ecosistema para beneficios económicos. Pérdida del patrimonio cultural, divisiones políticas y sociales. “Divide y vencerás”.	Gracias al gobierno corrupto y a su ambición que destruye, obligando a la naturaleza a adecuarse. Sistema capitalista con moralidad hipócrita.	Pérdida de la identidad cultural, transformación de territorio – intereses económicos.	¿Bien particular o bien común? Afectación física y afectiva, ¿quiénes se benefician de este proyecto? ¿no se trataría de un acto de doble moral, el juzgar el proyecto que beneficia al resto de la población?
Impacto de la química en los ecosistemas acuáticos y terrestres	Punto de vista fisicoquímico, se evidencia aumento de la presión y de la temperatura afectando el potencial iónico.	NR	NR	NR

Día 3: Miércoles 3 Octubre

Tercera plenaria: recorrido por los centros interactivos en Medellín (Planetario, Jardín Botánico, Parque Explora). Se planteando la siguiente actividad: en rincones de trabajo, elaborar una red conceptual en la que quede claro el papel de los centros interactivos de ciencia y tecnología, planetario y los jardines botánicos en la enseñanza de las ciencias.

Tabla IV.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Papel de los centros de ciencia y tecnología (Planetario,	Estos centros ofrecen un potencial educativo para el desarrollo de inteligencias múltiples, lo cual ayuda para la	Estos centros sirven para la enseñanza de las ciencias, donde se puede obtener una alfabetización	En estos centros se fomenta la investigación y desarrollo de la ciencia mediante la	Estos centros interactivos sirven para la enseñanza de las ciencias con

Parque Explora y Jardín Botánico)	educación, contextualización y alfabetización de una determinada comunidad. También aporta a la divulgación de la investigación y concientización de problemáticas.	científica y un aprendizaje significativo, generando una apropiación de los recursos, un pensamiento crítico y transformando un contexto, tanto educativo como social.	didáctica e interactividad, generando un aprendizaje significativo.	ayuda de la didáctica, generando una transformación social para la alfabetización científica.
--	---	--	---	---

Día 4: jueves 4 de octubre

Se comienza el recorrido en Marmato-Caldas, donde se evidencia una explotación minera, con gran déficit en la aplicación de buenas prácticas ambientales que, en consecuencia, genera una contaminación irreversible en el ecosistema. De acuerdo con los rincones de trabajo propuestos en la plenaria, se pide formular una pregunta problema que incluya al menos los siguientes aspectos.

- Abordaje de las siguientes temáticas y estaciones.
- Enseñanza de la química desde la interdisciplinariedad.
- Población y enfoque metodológico.

Tabla V.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Papel de observación en el trabajo de campo	Concientización de cómo mitigar la problemática socioambiental.	Contextualización social ante una comunidad.	Nuevas estrategias desde la química para el abordaje socio- científico.
Posturas sobre la diversidad	Contaminación, falta de sensibilización, contexto económico, actividades humanas.	A partir de la evolución de su identidad cultural en favor de las nuevas generaciones.	Conflicto ambiental que afronta el municipio visitado, riesgos, seguridad para los habitantes de la zona y trabajadores.
Puntos de vista ante una situación simulada	Cómo los lugares visitados pueden abordarse desde la enseñanza de la ciencia y tecnología.	Posturas de la comunidad y acciones que tomarán sobre las problemáticas en el lugar.	Cambios de los contextos sociales, políticos, ambientales y económicos desde la profesión como Docente interesada en realizar lo sugerido.

A continuación, En la Fig. 1., se muestra un collage de imágenes tomadas en diferentes puntos de los lugares visitados:

EDU QVE RSA

*Nunca la
sabiduría
dice una
cosa y la
naturaleza
otra. -Juvenal*

Octubre 1 al 5 - 2018 - Química Verde



Salida de campo a los departamentos de Antioquia y Caldas

SE MI LLE RO

V. CONCLUSIONES

Las salidas de campo (laboratorios vivos) son importantes en la formación de futuros docentes, ya que con ellas se logra analizar, de forma creativa, la química - química verde, y demás ciencias relacionadas con la sustentabilidad y sostenibilidad del entorno, además de contribuir a un desarrollo responsable de los espacios habitados en dichas salidas de campo.

Es importante reconocer que las salidas de campo son útiles porque de ahí se deriva un acercamiento a la naturaleza y, mediante esta práctica de análisis y observación real, se contextualizan los conceptos y se generan nuevas habilidades. En este trabajo se comprende que las salidas de campo y la clase en el aula se pueden articular, complementar y fundamentar, relacionando los saberes que orienta el docente con el análisis de lo que se observa y experimenta en la realidad. Para los profesores en formación, realizar salidas de campo significa apoyar el proceso de aprendizaje, confrontar las teorías con lo que se vive en el contexto, con el fin de reflexionar y asumir posiciones sobre lo que pueden aportar, desde su profesión, para construcción de ambientes más amables para las comunidades.

Pero estas salidas deben ser planificadas por los docentes, se deben implementar en el currículo con objetivos claros a partir de los cuales se definen las actividades que se van a realizar, las visitas que se harán y el aporte que ello entrega al proceso de enseñanza y aprendizaje. Al respecto, cabe preguntarse: *¿Deberían ser las salidas de campo obligatorias en los currículos que dirigen la formación inicial de profesores de ciencias?*

De tal manera que la realidad educativa exige desarrollar habilidades investigativas en los docentes en formación, para generar propuestas innovadoras que impacten el contexto, donde se puedan cuestionar, analizar, comparar, ejemplificar, modelar, demostrar y argumentar los conocimientos en estrecha relación con el entorno. Por consiguiente, en este trabajo las autoras se apartan, de una u otra manera, del método científico, con una aproximación constructivista y metacognitiva a la implementación y el desarrollo de dichas habilidades.

En tal sentido, el docente debe generar propuestas para la apropiación del territorio, la integración de los saberes en un esquema interdisciplinar que unifique las habilidades de una comunidad para un bien común. Por tanto, la

salida de campo se orienta a la formación docente con el desarrollo de ciertas habilidades: razonamiento crítico, pensamiento sistémico, la comunicación oral y escrita, la colaboración y cooperación, a la solución de conflictos, la toma de decisiones y a la planeación y resolución de problemas.


REFERENCIAS

- [1] M. Carretero, Cambio conceptual y enseñanza de la Historia: Congreso Internacional de Educación, Buenos Aires, 2000.
- [2] C. COLL, “Significado y sentido en el aprendizaje escolar”, *Infancia y Aprendizaje*, no. 41, pp. 131-142, 1988.
- [3] Fernandez M. (2006) Metodologías activas para la formación de competencias, *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56
- [4] D. Martínez, D. Márquez, “Las habilidades investigativas como eje transversal de la formación para la investigación”, *Tendencias pedagógicas*, no. 24, pp. 347-359, 2014.
- [5] E. Machado-Ramírez y N. Montes de Oca. “El desarrollo de habilidades investigativas en la educación superior”, ABSTI. Universidad de Camagüey. Cuba, Octubre, 2009.
- [6] L. Reyes-Sánchez, Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable, *Educación química*, 7, 2012.
- [7] UNESCO, Educación para el Desarrollo Sostenible, 2006. Disponible en: <http://portal.unesco.org/education/> Consultado: 3 de Agosto 2019
- [8] M. Morales, J. Martínez, L. Reyes-Sánchez, M. Osneski, G. Arroyo, A. Valdivia y R. Ruvalcaba, ¿Qué tan verde es un experimento? *Educación química*, 8, 2011.
- [9] Moreno, Cely, la salida de campo, una posibilidad para la formación inicial de profesores, 2013.
- [10] Ramírez, J. Laboratorios vivos de la ciencia escrita a la ciencia aplicada, agroecología como estrategia de enseñanza. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias, Departamento Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales. Medellín, Colombia (2013).
- [11] M. Velasco y R. Franco, Las salidas de campo como laboratorio vivo: aportes en la formación de profesores de ciencias, Octubre, 2009.
- [12] I, Vasilachis, Estrategias de investigación cualitativa, 2006.



Profesoras de Química en formación inicial, Departamento de Química
Universidad Pedagógica Nacional. Semillero de investigación EDUQUVERSA,
Bogotá, Colombia.

Profesor del Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional,
Bogotá, Colombia. *eduqversa@gmail.com*



QUÍMICA VERDE EXPERIMENTAL EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS: PERCEPCIONES COMO PUNTO DE PARTIDA

Experimental green chemistry in the training of
science teachers: perceptions as a starting point

M. A. Velasco¹, R. A. Franco²

-
- 1 Estudiante, Universidad Pedagógica Nacional; código ORCID: 0000-0003-3970-4374.
Contacto: dqu_mavelascov775@pedagogica.edu.co
- 2 Profesor, Universidad Pedagógica Nacional; código ORCID: 000-0003-4679-2579.
Contacto: rfranco@pedagogica.edu.co

Resumen

En este artículo se presenta la formulación y los resultados iniciales de un proyecto de investigación orientado al abordaje del enfoque de química verde con profesores de ciencias en formación inicial, en adelante (PCFI), de la Universidad Pedagógica Nacional, en el marco de un curso electivo semestral. Desde una dimensión del trabajo experimental, se construyeron Trabajos Prácticos de Laboratorio – TPL, a partir de la caracterización de la población participante en cuanto a sus percepciones sobre la química verde, la sustentabilidad ambiental y los TPL; dichas percepciones fueron sistematizadas y analizadas en un marco de referencia situado en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales.

Palabras clave

Percepciones, química verde, sustentabilidad ambiental, TPL.

Abstract

This communication presents the formulation and initial results of a research project aimed at addressing the green chemistry approach with science professors in initial training at the National Pedagogical University, within the framework of a biannual elective course. From a dimension of experimental work, Practical Laboratory Works - TPL were built, based on the characterization of the participating population in terms of their perceptions of green chemistry, environmental sustainability and TPL; These perceptions were systematized and analyzed in a frame of reference located in research in didactics of experimental sciences, as shown in this paper.

Keywords

Green chemistry, environmental sustainability, TPL, perceptions.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, hablar de herramientas que permitan mitigar impactos ambientales que son producto del consumismo de los seres humanos para satisfacer sus necesidades básicas, se considera fundamental, en aras de buscar estrategias para la conservación del ambiente y de esta manera mantener un estilo de vida adecuado.

Desde esta perspectiva, es importante considerar la incidencia que tienen los procesos de enseñanza de las ciencias, con el fin de potenciar la educación para la búsqueda del cuidado del ambiente; por esta razón, en diferentes programas se han propuesto reformas en el currículo desde las cuales se logre introducir a la educación ambiental, para el abordaje de las diferentes problemáticas sociales y ambientales que afectan a la comunidad. Se busca generar una apropiación de los temas que conduzca a la preservación y protección ambiental, en aras de potenciar la búsqueda de una educación global desde la perspectiva ambiental [1]

Por estas razones, se propone el diseño de una estrategia didáctica desarrollada con PCFI, que tiene por objetivo reconocer las percepciones de los estudiantes sobre el enfoque de química verde, y la sustentabilidad ambiental desde los TPL; así como vincular el enfoque de química verde desde los TPL en los espacios académicos de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional y evaluar la incidencia de los enfoques con relación a las percepciones de los PCFI.

Algunos de los aspectos teóricos más importantes que ofrece el enfoque de química verde, se encuentran en los aportes de [2] [3].



Fig. 1. Los 12 principios de química verde.

Desde los TPL, se encuentran los estudios de [4] [5], y sobre las percepciones [6].

Con base en lo anterior, la pregunta que orienta este trabajo es: ¿Cuál es la incidencia de la vinculación de los enfoques de química verde y TPL dentro de los espacios académicos de la Licenciatura en Química para enriquecer los procesos de los profesores de ciencias en formación inicial?

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

La metodología del trabajo es de enfoque cualitativo, y se emplea la técnica de grupos focales, en donde se propone un recurso de indagación inicial que retoma aspectos fundamentales para establecer las percepciones de los PCFI con relación a los enfoques de química verde, TPL y sustentabilidad ambiental; el trabajo se desarrolló mediante fases, las cuales se muestran a continuación:

Tabla I. Fases de desarrollo de la metodología del trabajo.

Fase	Descripción
I. Caracterización	En esta fase se realizó una lectura del área de trabajo de los profesores de ciencias en formación inicial, con respecto a las concepciones que tenían sobre los enfoques de química verde, sustentabilidad, sostenibilidad, TPL y las expectativas que les generó el trabajo con base en las dinámicas que se trabajan dentro del espacio electivo.
II. Fundamentación	La fase de fundamentación se centra en la explicación de las dinámicas de trabajo que se realizaron en torno al desarrollo de los TPL, la manera como se abordó el enfoque de química verde desde la adaptación de los dos modelos de evaluación verde propuestos por Morales, et. al (2011) y Vargas, et. al (2016) y la manera como se debían reportar los resultados.
III. Implementación y formulación	<p>En la fase de desarrollo, los docentes de ciencias en formación inicial realizaron la implementación del TPL propuesto para el concepto que le correspondió y se realizó el análisis de los resultados obtenidos tras la implementación de los TPL y dieron una valoración con base en los modelos de evaluación verde sobre ¿Qué tan verde fue el TPL?</p> <p>Además, los profesores de ciencias en formación inicial tuvieron la posibilidad de formular nuevos protocolos sobre el concepto químico asignado, que en términos de la escala de valoración verde cumpliera los parámetros para que fuera totalmente verde.</p>
IV. Sistematización Retroalimentación	Se realizó una sesión de retroalimentación de los resultados y análisis realizados a los TPL formulados por los profesores de ciencias en formación y, además, se realizó una discusión en torno a los resultados obtenidos en la primera y segunda implementación de TPL para establecer cuál de los dos TPL con base en las escalas de coloración fue más verde y si fue pertinente con relación al concepto químico que les correspondió.

Sobre los resultados obtenidos, se realizó la sistematización de un recurso de indagación inicial, en la cual se delimitan, mediante una codificación, las palabras más frecuentes que utilizan los PCFI para hacer referencia a los términos objeto de estudio, como se muestra a continuación:

Tabla II. Sistematización de ideas iniciales de los profesores de ciencias en formación inicial sobre el enfoque de química verde.

PCFI	Q	T	S	A	C	Q	A	S	A	Q	Fragmento (respuesta)
1										X	Propuesta o postura que brinda las posibilidades de crear nuevas alternativas que puedan responder a las necesidades en el entorno, todo ello, con fines de conservar y/o mantener las dinámicas de los sistemas en un estado apropiado y óptimo si es posible
2										X	Considero que el término química verde se encuentra enfocado en las formas renovables (sustentables) en que se lleva a cabo determinada reacción y/o proceso químico, de tal forma que llegue a ser afín al medio donde se desarrolla, evitando así repercusiones negativas hacia la dinámica del mismo
3										X	Es la química orientada a la búsqueda de sustancias que sean amigables con el medio ambiente
4	X										Es la química enfocada al cuidado del medio ambiente y los impactos socioculturales de las investigaciones enfocadas en química
5										X	Se hace referencia al proyecto ambiental que se ha venido desarrollando hace 70 años y que poco a poco ha evolucionado gracias a los análisis y estudios que se han hecho en el medio ambiente, esto con un fin de encontrar energías alternativas
6										X	El término hace referencia a la relación que existe entre la sociedad, su evolución y los avances en la química y cómo estos influyen en el desenvolvimiento del mundo actual
7										X	A simple vista se hace un detallamiento a un enfocaje entre la relación que tiene la química en el medio ambiente tanto por lo que le puede causar como aportar para sus beneficios
8	X										La química verde busca encontrar y reconocer el papel que hace la química para el ecosistema y la sociedad busca relacionarse con las energías alternativas y ser amigable con la naturaleza
9										X	Innovación - estudia transformaciones de una manera ambiental. Aplicación de recursos ambientales relacionados con la química
10		X									Es una rama de la química que busca relacionar los conceptos de las causas y consecuencias, dentro de un contexto ambiental de actividades sociales, culturales, económicas e industriales de una sociedad
13	X										Dado que la primera vez que el término fue por medio de una elección, para mí la química verde hace referencia a un aspecto de la ciencia y la tecnología que por medio de la química busca mejorar nuestra calidad de vida y prevenir el mal uso del medio ambiente
14										X	Creo que es la interacción de conceptos científicos que puedan permitir el análisis de las problemáticas ambientales y de esta forma, poder establecer parámetros evaluativos que puedan dar paso a las posibles soluciones a corto y largo plazo.
15										X	Supongo que químicas verdes se refiere con respecto a la química orgánica y al manejo de estas
16	X										A la observación y análisis del impacto de la química y su uso en la sociedad y en el ambiente busca hacer aprovechamiento de las energías renovables
17										X	Es un enfoque científico , el cual permite analizar las problemáticas ambientales que afectan a una comunidad y pensar como desde la química se pueden contrarrestar
18										X	Lo que entiendo por el término química verde es que este se relaciona con procesos químicos que pueden ser utilizados en pro de la naturaleza para un mejor crecimiento y desarrollo de organismos
19										X	Pienso que se puede asociar a la química con una perspectiva ambiental que permita ayudar y transformar las prácticas que afectan el medio ambiente en la actualidad
20										X	Desde la palabra verde lo asocié con vida, es decir una química que "respete" esa vida (no tiene a poner el verde de color café sino más verde = más vivo)
21										X	Una química con conciencia al medio ambiente, a la sociedad por medio de dar a conocer las consecuencias
22										X	Química verde lo relaciono con el ambiente con respecto a los distintos usos que se le dan o damos a nuestros recursos naturales, basados posiblemente en la reutilización de los mismos
23										X	A un tipo de química que puede estar asociada al ambiente y ecología, también, un tipo de química que abarca mejoras sustentables para la sociedad de hoy en día
Consolidado	3	2	2	1	8	1	1	1	1	1	21

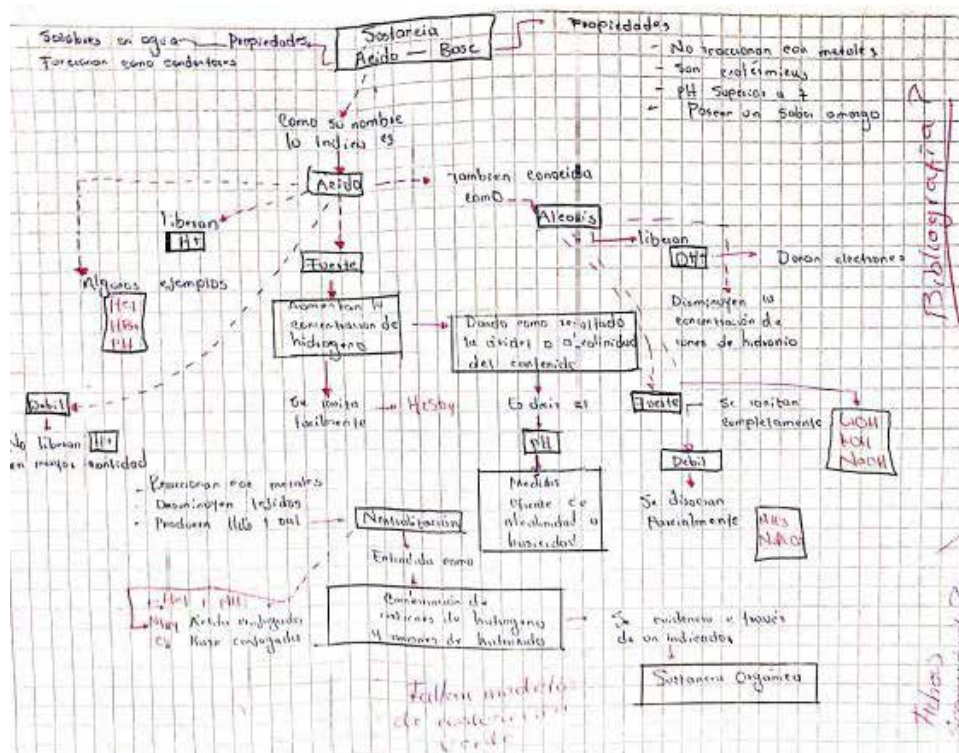
A partir de los resultados que se muestran en la Tabla I, se realizó una clasificación de las percepciones que tienen los PCFI sobre del concepto de química verde, delimitando de esta manera, que los fragmentos escritos por los 21 PCFI estuvieran encaminados desde la Química (Q), la tecnología (T), la sociedad (S), el ambiente (A) y la cultura (C). Por lo cual, si los escritos hacían referencia a más de un aspecto, se asociaron, formulando así, todos los aspectos relacionados.

A partir de lo anterior se identificó que la mayoría de los PCFI consideran que el concepto está netamente asociado a la relación que existe entre química y ambiente. Se destacan aspectos como la importancia del cuidado del ambiente mediante la mitigación en el uso y generación de residuos químicos, tras la realización de prácticas experimentales vinculadas con los aspectos teóricos abordados en los diferentes espacios académicos.

Por otra parte, resaltan el vínculo con la tecnología desde las dinámicas de producción de energías alternativas y renovables, que permitan a la sociedad satisfacer las necesidades energéticas a través de prácticas que no generen impactos negativos al ambiente y, de esta forma, conservar a nivel cultural las diferentes prácticas tradicionales de las personas. Es así como los PCFI asocian cada

aspecto a través de sus propias percepciones sobre el enfoque de química verde.

Para vincular el componente teórico práctico, los PCFI realizaron unos TPL enfocados en un concepto químico particular, mediante los cuales tuvieron la posibilidad de formular una práctica de laboratorio que, en términos de los modelos de evaluación verde planteados por Morales, et. al [7] y Vargas, et. al [8] fueran totalmente verdes o, al menos, tuvieran un gran acercamiento verde. Un ejemplo de los protocolos se muestra a continuación, bajo la perspectiva de preinformes de laboratorio.



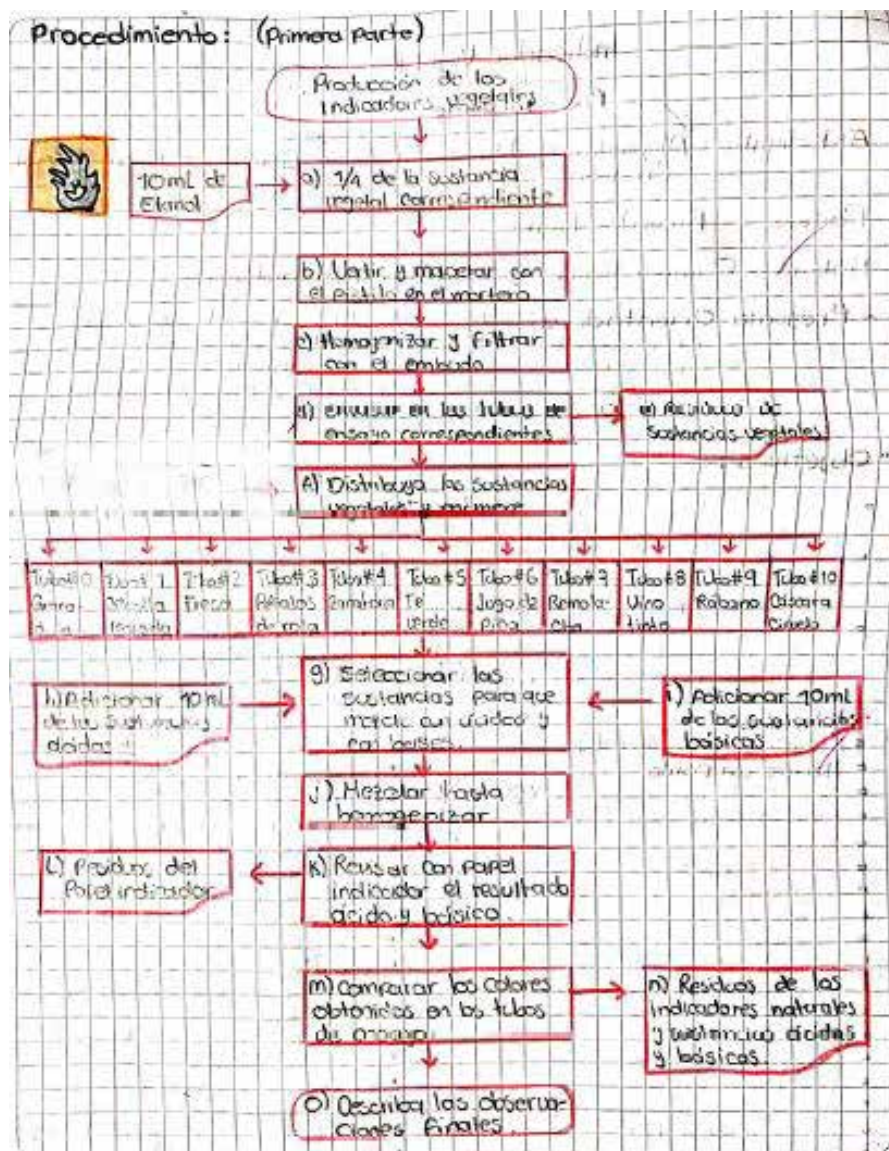


Fig. 2. Ejemplo de preinforme de laboratorio elaborado por los PCFI sobre el concepto de ácido-base.

Mediante la implementación de los TPL se pudo evidenciar la manera como los PCFI entienden el concepto de química verde y la sustentabilidad, en la medida en que estos reportaron los resultados y su análisis con relación a la pertinencia que tienen los TPL, desde el enfoque de química verde, para mitigar los impactos ambientales provocados a nivel del uso de reactivos y generación de residuos químicos.



Fig. 3. Implementación del recurso inicial de indagación con los PCFI.



Fig. 4. Grupo de laboratorio en el desarrollo de los TPL.

III. CONCLUSIONES

Por tratarse de un proyecto de investigación en curso, este punto se retoma como consideraciones finales. En este sentido, con el proyecto se espera que los PCFI tengan la capacidad de reconocer desde el trabajo experimental, las formas como se puede vincular el enfoque de química verde. Esto con el fin de que, desde sus percepciones, ellos mismos realicen una aproximación a la importancia que tiene involucrar este tipo de enfoques dentro de las ciencias experimentales, mediante procesos educativos que aporten de manera significativa a la conservación del ambiente, desde la mitigación del uso de reactivos y la generación de residuos químicos en el laboratorio.

Con relación a las percepciones, es importante tener en cuenta que, a nivel del enfoque de química verde, los PCFI consideran que este se fundamenta desde la relación que existe entre la química y el ambiente. Dicha relación se presenta en la medida en que, a través de diferentes estrategias que se pueden desarrollar mediante las dinámicas del enfoque, es posible involucrar factores sociales, tecnológicos y culturales para transformar las metodologías que se desarrollan dentro del trabajo experimental, en aras de fomentar la sustentabilidad ambiental dentro de las prácticas desarrolladas a nivel de la formación de profesores de ciencias.

REFERENCIAS

- [1] L. Sauvé, “La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco de referencia educativo integrador”, *Revista Tópicos*, pp. 7-27, 1999.
- [2] P. Anastas y J., Warner. *Green chemistry. Theory and practice*, New York: Oxford University Press, 1998.
- [3] A. Machado, “Da Génese ao ensino da Química verde”. Portugal, *Revista Quim. Nova*, vol. 34, pp. 535-543, 2011.
- [4] A. Caamaño, “Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes”, *Revista de Educación Química*, vol. 16, no. 1, 2005.
- [5] R. Franco., M. Velasco y C. Riveros, “Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas

- especializadas (2012-2016)”, Bogotá, *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología – Tecné, Episteme y Didaxis TED*, vol. 41, pp. 37-56, 2017.
- [6] D. Parga, “Conhecimento didático do conteúdo sobre a química verde: O caso dos professores universitários de química, Bogotá, *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología – Tecné, Episteme y Didaxis TED*, vol. 38, pp. 167-182, 2015.
- [7] M. Morales, J. Martínez, L. Reyes, O. Martín, G. Arroyo, A. Obaya y R. Miranda, ¿Qué tan verde es un experimento? *Revista Educación Química*, vol. 22, no. 3, 2011.
- [8] Y. Vargas, A. Obaya, S. Vargas, A. Hernández, R. Miranda y G. Vargas, “El diagrama de flujo como semáforo de seguridad ecológica de los experimentos de laboratorio”, *Educación Química*, vol. 27, pp. 30-36, 2016.

Autor 1: María Alejandra Velasco Vásquez


Estudiante de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Integrante del Grupo de Investigación EDUQVERSA.

Áreas de investigación: didáctica de las ciencias experimentales, educación en química verde, sustentabilidad ambiental.

Autor 2: Ricardo Andrés Franco Moreno

Magister en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional; docente del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Grupo de Investigación EDUQVERSA. rfranco@pedagogica.edu.co

Áreas de investigación: didáctica de las ciencias experimentales.



**OBTENCIÓN DE ALCOHOLES
COMO PROPUESTA
EXPERIMENTAL A PARTIR DEL
PROCESO DE FERMENTACIÓN
ALCOHÓLICA DEL LULO, EN EL
DESARROLLO DE HABILIDADES
INVESTIGATIVAS**

Obtaining alcohols as an experimental proposal
from the lulo`s alcoholic fermentation process
in the development of investigative skills

L. A. Rodríguez¹, J. C. Salazar²

1 Universidad Pedagógica Nacional; código ORCID.0000-0002-8127-6492.

Contacto: dqu_larodriguezm376@pedagogica.edu.co.

2 Universidad Pedagógica Nacional; código ORCID. 0000-0002-4558-8843.

Contacto: dqu_jcsalazart657@pedagogica.edu.co.

Resumen

En el periodo académico 2018-2 y 2019-1, la investigación se desarrolla como propuesta didáctica en el colegio Champagnat de Bogotá, con estudiantes de grado 11°, durante el periodo permitió desarrollar actividades teórico – prácticas que potencializaron las habilidades investigativas, siguiendo el enfoque de enseñanza para la comprensión (EpC); se realizó una serie de actividades como un test de ideas previas, el desarrollo conceptual, preparación y aplicación de actividades prácticas- experimentales en la preparación del mosto de Lulo, el acondicionamiento y corrección, análisis microbiológico realizado por microscopía, cuyo fin fue comprobar el crecimiento y viabilidad de la levadura (*saccharomyces cerevisiae*) para reconocer parámetros de higiene y desinfección frente al proceso de fermentación alcohólica del lulo (*Solanum quitoense*). Se trabajó el concepto de soluciones y se introdujeron conceptos de química orgánica. El trabajo se dividió en dos etapas: teórica y experimental, permitiendo al estudiante construir conceptos y adquirir habilidades en el desarrollo de la investigación, teniendo en cuenta la importancia del cultivo microbiológico como biocatalizador de dicho proceso y con el fin de promover la generación de científicos de la naturaleza por medio de prácticas a partir del estudio de la química.

Palabras clave

Enseñanza para la comprensión, fermentación alcohólica, habilidades investigativas, *saccharomyces cerevisiae*.

Abstract

In the academic period 2018-2 and 2019-1 a research used as a didactic proposal at Champagnat school in Bogota, with students of 11° grade, allowed us to develop theoretical-practical activities that potentialized student`s investigative skills, following the teaching approach for understanding. For this purpose, a series of activities were carried out such as the test of previous ideas, the conceptual development, preparation and application of practical-experimental activities in the preparation of lulo must, conditioning and correction, as well as the microbiological analysis carried out by microscopy which purpose was testing the growth and viability of yeast (*saccharomyces cerevisiae*); recognising parameters of hygiene and disinfection towards the alcoholic fermentation process of lulo (*Solanum quitoense*), working the concept of solutions and, of course, introducing concepts of organic chemistry in the same way. The work was divided into two stages: theoretical stage and experimental stage, allowing

students to construct concepts and acquire skills in the development of research, taking into consideration the importance of microbiological cultivation as a biocatalyst of this process and promoting the development of natural scientists by means of practices that build knowledge throughout the study of chemistry.

Keywords

Teaching for understanding, skills investigative, alcoholic fermentation, *saccharomyces cerevisiae*.

I. INTRODUCCIÓN

En países como Colombia, por su ubicación geográfica, es de gran importancia la producción de frutas pertenecientes al trópico, lo que otorga un sin número de materiales adecuados para impulsar el crecimiento económico con las políticas del país que promueven la diversificación, que aumenta la demanda y genera un incremento en la producción industrial utilizando estas materias primas.

En este contexto se encuentra el lulo como una fruta tropical que provee de material aprovechable para procesos de fermentación alcohólica. Con base en esta fruta, por medio del enfoque EpC, se desarrolló la adquisición de habilidades investigativas en los estudiantes que comprenden la unidad de trabajo de este proyecto.

La Enseñanza para la Comprensión (EpC) es un modelo pedagógico que se fundamenta en cuatro pilares principales: tópicos generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión y evaluación diagnóstica continua. Con base en este modelo se desarrollan las actividades propuestas en este ejercicio investigativo.

La implementación de este modelo permite que los estudiantes busquen, amplíen y apliquen la información para construir conocimiento a partir de la clasificación de esta. Los tópicos generativos que se mencionan están vinculados con las experiencias y las preocupaciones de los estudiantes, lo que hace posible un proceso de aprendizaje profundo y crítico, cuando el docente lleva a la práctica actividades vinculadas con la comprensión de saberes.

En la EpC, el tópico varía según la edad, los contextos sociales y culturales, los intereses personales y la formación intelectual de los alumnos [1]. Las metas de comprensión son los objetivos específicos que se desea que cumpla el estudiante a partir de su propia indagación, teniendo en cuenta las ideas y el proceso que se lleva, donde el objetivo general es el fortalecimiento de habilidades investigativas, refiriéndose a las capacidades intelectuales que, al desarrollarse, facilitan el aprendizaje, la realización de actividades, y son vistas como capacidades para ejecutar una tarea en forma correcta.

En este sentido, en esta propuesta se generaron herramientas en torno a conceptos de química, como soluciones y fermentación alcohólica, que permitan el crecimiento individual y colectivo de los estudiantes, empleando herramientas tecnológicas como dinamizadoras del proceso de enseñanza-aprendizaje para facilitar el proceso de evaluación continua.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

El proyecto de investigación se desarrolló durante los periodos académicos 2018-2 y 2019-1, en los espacios de práctica pedagógica I y II del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, como estrategia pedagógica en torno a conceptos de química y microbiología, tales como: soluciones, química orgánica e importancia del uso de biocatalizadores en la obtención de alcoholes, a partir de la fermentación alcohólica de Lulo. El propósito fue promover el desarrollo de habilidades investigativas, para lo cual se propuso una metodología teórico-experimental en estudiantes de grado undécimo del Colegio Champagnat de Bogotá, con el fin de obtener experimentalmente y analizar una bebida alcohólica con la fermentación del lulo.

Para el desarrollo del proyecto se identifican inicialmente los conocimientos previos de los estudiantes frente a procesos fermentativos; en el desarrollo de esta etapa se empleó la plataforma educativa llamada Socrative.com, con el fin de evaluar dichos conocimientos de manera rápida y empleando las TIC's como herramienta.

Posteriormente, se desarrollaron conferencias para direccionar la investigación al estudio de la reacción de fermentación, durante las cuales se identificaron las diferentes aplicaciones que posee la levadura *saccharomyces cerevisiae* como biocatalizador. Además, se compartieron tips que sirvieron a los estudiantes para

desarrollar las actividades, dependiendo de sus intereses y teniendo en cuenta la procedencia y validez de la información que encontraron en sus búsquedas.

Después de compartir con los estudiantes los objetivos del proyecto; se propusieron 2 actividades experimentales a desarrollar: la primera actividad, elaboración del mosto, se desarrolló de forma autónoma en las casas de los estudiantes, y tuvo como objetivo elaborar un mosto de lulo empleando las normas de bioseguridad y las contempladas dentro del decreto 3075 que indican las buenas prácticas de manufactura (Invima, 1997).

Para ello, se compartió a través del Blog de química que implementó el colegio, el Taller de indagación en Química. En esta primera etapa experimental se identificaron y evaluaron, por medio de la realización de un video procedimental, las buenas prácticas en la preparación del mosto de lulo por cuenta de los estudiantes. Se definió este proceso como eje fundamental que sirvió para la corrección y acondicionamiento del mosto que fue realizado en el laboratorio de química, empleando parámetros de higiene y desinfección. Como segunda actividad experimental se compartió con los estudiantes durante una conferencia, la realización de los cálculos para la corrección del mosto.

En este proceso se comprendió la importancia de generar condiciones óptimas para el crecimiento y viabilidad de la levadura, y se involucró de esta manera el concepto de soluciones. Luego, se centró el eje de estudio en el concepto de soluciones, disponiendo de conferencias de 2 horas para profundizar en las relaciones que involucra el concepto, y poder relacionarlo con lo obtenido en la práctica experimental. En este momento se desarrolló el Taller teórico experimental Disoluciones levadura, que sirvió como apoyo para la resolución de problemas en torno al concepto de soluciones.

De igual manera, se compartieron en el Blog de Química 3 videos complementarios sobre lo realizado en la práctica experimental que abarcó: acondicionamiento y corrección del mosto de Lulo, preparación del Agar empleado para medios de cultivo de levadura y la posterior preparación de cultivos. La actividad fue realizada por los estudiantes, cuya propuesta experimental tuvo como propósito comprobar el crecimiento y viabilidad de la levadura en la muestra de vino de Lulo. En la relación del crecimiento de levadura para la muestra concentrada y la diluida, fue necesaria la preparación del medio del cultivo y la esterilización de los materiales (Fig. 1.).



Fig. 1. Materiales y agar preparado y esterilizado para la realización del medio de cultivo

Para que los estudiantes realizaran el cultivo empleando arrastre y agotamiento en las dos muestras diferentes, se dispuso de la cabina de flujo laminar (Fig. 2.).

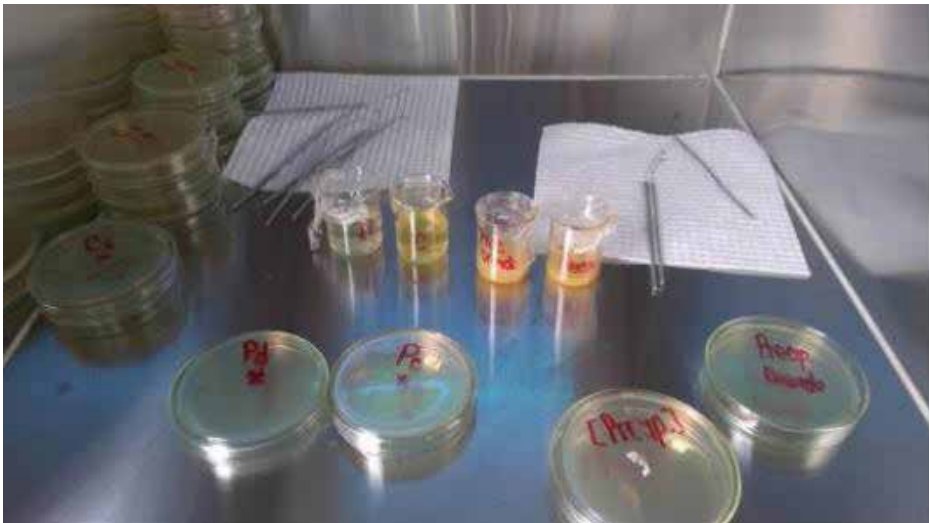


Fig. 2. Cabina de flujo laminar con las muestras de los estudiantes.

Las muestras se llevaron a incubación (Fig. 3.) durante 48 horas, a 21 °C, para realizar los análisis por microscopía de los medios de cultivo.



Fig. 3. Muestras en la incubadora.

En la finalización de la etapa experimental fue necesario emplear herramientas de microscopía para identificar el crecimiento y la viabilidad de la levadura, así como la importancia de seguir parámetros de limpieza y desinfección en la obtención de la bebida alcohólica a partir de la fermentación.

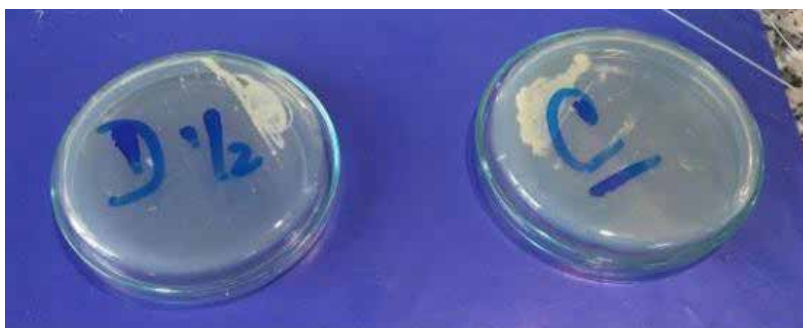


Fig. 4. Crecimiento de levadura en la muestra concentrada y diluida.



Fig. 5 . Levadura (*saccharomyces cerevisiae*)

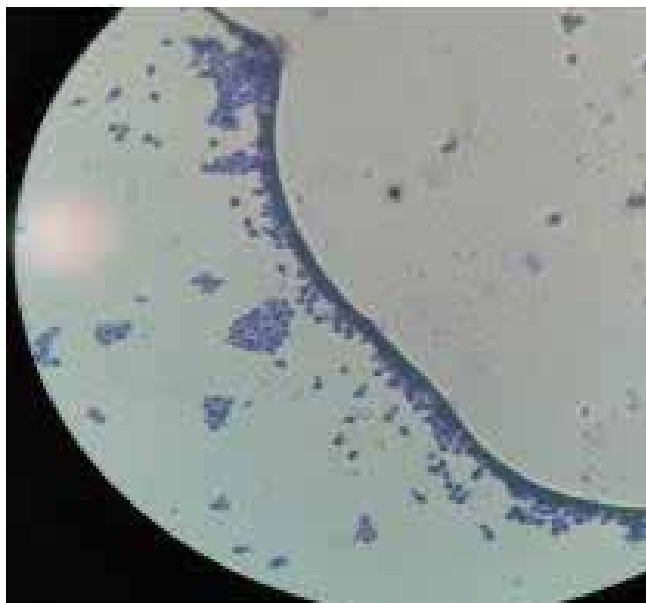


Fig. 5. Empleando azul de metileno se identifica con mayor claridad la reproducción por gemación

Con el fin de evaluar el proceso de aprendizaje frente al concepto de soluciones y el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes, se desarrolló el **Taller comprobación diseño experimental**, cuya finalidad fue promover la adquisición de habilidades investigativas por parte de los estudiantes en la entrega de este informe, abordando la fermentación alcohólica teniendo en cuenta la importancia del cultivo microbiológico y su acción como biocatalizador en dicho proceso, promoviendo la formación de científicos de la naturaleza, permitiendo la construcción individual y colectiva del conocimiento por medio del estudio de la química, relacionándose con procesos de la vida cotidiana.

III. CONCLUSIONES

El desarrollo de habilidades investigativas en torno a la fermentación alcohólica, se evidenció durante la realización de las diferentes actividades que conllevaron a la obtención de alcohol a partir del Lulo, empleando el proceso de fermentación alcohólica y evaluando de forma continua el proceso de aprendizaje.

Se observó en los estudiantes un desarrollo intelectual frente a la comprensión de conceptos y formas de proceder en química, asumiendo compromisos personales e identificando métodos para desarrollar los procesos, que les permitieron reconocer herramientas para la búsqueda de información. Durante las prácticas asumieron el rol de científicos, lo cual les sirvió para afrontar preguntas y encontrar una respuesta a las mismas, lo cual se constituye en desarrollo de pensamiento crítico para abordar la investigación desde diferentes campos de acción de la química.

REFERENCIAS

- [1] Ornella, Enseñanza para la Comprensión. Calameo, 2012
- [2] <https://es.calameo.com/read/00157389989c2c88b322d>
- [3] A. Garritz, A. Raviolo & P. Sosa. Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. Rev. Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las ciencias. Universidad de Cádiz, 2011
- [4] Decreto 3075 AUTORIDAD SANITARIA COMPETENTE: Ministerio de Salud, Bogotá, Colombia de 1997.



Autor 1: Laura Andrea Rodríguez Medrano


Estudiante Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional.

Áreas de investigación: Educación, Enseñanza de la Química

Autor 2: Juan Camilo Salazar Tiempos


Estudiante Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional.

Áreas de investigación: Educación, Enseñanza de la Química

A hand holding a futuristic, silver and black robotic device. The background is a digital interface with various charts and data points, including a bar chart with percentages (100%, 70%, 60%) and a line graph. The overall theme is technology and education.

**Integración de
las ciencias y la
tecnología como
tendencia educativa**

Temática:
**Enseñanza y aprendizaje
de las ciencias exactas y
naturales mediadas en TIC**



SISTEMA DE BAJO COSTO PARA LA MEDICIÓN INDIRECTA DE LA GRAVEDAD Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN CINEMÁTICO¹

Low cost system for indirect measurement of
gravity and kinematic friction coefficient

*Mealla Sánchez, Luis Enrique, Martínez Iglesias, Eduardo Enrique y
Fierro Fernández, Ismael Eduardo*

¹ Proyecto de investigación “Aplicaciones Didácticas Asistidas de bajo costo para el laboratorio de Física”, proyecto en especie del Departamento de Investigaciones y Transferencia, Universidad Autónoma del Caribe.

Resumen:

La medición de la aceleración de la gravedad implica el conocimiento de la concentración de masa en un determinado punto del planeta y el uso de un gravímetro. El método alternativo sugerido por galileo comparando la velocidad con el cuadrado del tiempo transcurrido, permite mediante un ajuste utilizando el tiempo y la velocidad final calcular la aceleración en la dirección de deslizamiento y de esta forma calcular indirectamente la aceleración de la gravedad del lugar para distintos ángulos de inclinación de un plano, adicionalmente se puede medir el coeficiente cinético de roce conocidos el valor de la gravedad. Se dispuso de un conjunto de tres fotopuertas en un plano inclinado, se midió el tiempo entre oscurecimientos para un objeto que desliza por el plano. El registro del tiempo se realiza mediante una tarjeta arduino.

Palabras clave:

plano inclinado, gravedad, fricción, Arduino™

Abstract:

Measuring gravity acceleration involves knowledge of the mass concentration at a given planet point and a use gravimeter. The alternative method suggested by Galilean comparing the speed with square elapsed time, allows by adjustment using the time and the final velocity calculate the acceleration in the sliding direction and thus calculate indirectly the gravitational acceleration of the place for different tilt angles of a plane can be measured additionally the kinetic friction coefficient value known gravity. Was available a set of three photogates on an inclined plane, the time between an object obscuration for sliding along the plane was measured. Time recording is performed by an Arduino card.

Keywords:

Tilt plane, gravity, friction, Arduino™

I. INTRODUCCIÓN

Realizar las prácticas de laboratorio de Física en las carreras de ingeniería presenta dificultades de tipo metodológico y técnico. Desde el punto de vista metodológico se trabaja con un conjunto de experiencias propuestas en manuales de laboratorio, en donde el estudiante se limita a seguir las instrucciones, medir según un protocolo de medida y presentar un informe de laboratorio, lo que redundará mayoritariamente en la nota de la asignatura [1].

Uno de los aportes de Galileo a la cinemática está relacionado con la relación de la distancia recorrida por un objeto que desliza por un plano inclinado con el cuadrado del tiempo. C.H. Wörner [2] realiza una extensa descripción al respecto. Realizando el análisis dinámico de ese movimiento encontramos la relación entre la aceleración del móvil y la aceleración de la gravedad de la forma:

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (1)$$

Siendo μ en coeficiente de fricción y α la inclinación del plano.

Por otra parte, por definición de aceleración como la relación entre la diferencia de la rapidez y el tiempo, se puede evaluar midiendo la velocidad en los extremos de la distancia en el plano. R. O. Christiansen et al. [3], desarrollaron un dispositivo sencillo y de bajo costo para adquisición de datos utilizando una placa Arduino. Utilizo dos fotopuertas para determinar tiempos de recorrido de un carrito en un riel inclinado al cual se le modificaba la masa en cada registro. Se utilizó este dispositivo para calcular el valor de la gravedad mediante el ajuste lineal entre el peso y la masa. De Souza et al. [4] diseñaron un sistema de adquisición de datos que utiliza la placa Arduino como un dispositivo de bajo costo para potenciar la adquisición de datos en el laboratorio. Utilizaron este dispositivo en dos experiencias.

Se pretende con este trabajo dar a conocer una experiencia que utiliza un plano inclinado para calcular el valor de la gravedad, una vez conocido este valor realizar la experiencia en un plano donde la fricción sea evidente para calcular el coeficiente de fricción cinemático.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

El uso de fotopuertas es de uso común, distintas compañías especializadas en equipo didácticos de laboratorio de física las ofrecen como parte de los sensores utilizados en las experiencias de cinemática y mecánica.

Se diseñó una relación entre hardware y software, utilizando una placa Arduino™, fotorresistencias y láseres, el resultado, un conjunto de fotopuertas operacionales que permite medir el tiempo entre oscurecimientos cuando un objeto pasa a través de ellos [5]. Una Fotorresistencia conectada a un divisor de tensión es iluminada permanente mente por un láser, presentado un estado de máxima voltaje, cuando un objeto interrumpe el haz de luz el voltaje presentado es mínimo. Mediante un código se programa a Arduino™ para que reconozca el instante de paso entre un instante alto a bajo en un sensor para que empiece a registrar tiempo, cuando el objeto pasa par el siguiente sensor, el código ordena guardar el tiempo entre oscurecimientos. El registro de tiempo sigue hasta un tercer sensor, donde se registra el tiempo trascurrido entre el primer oscurecimiento y el tercero.

Una primera parte de la experiencia consiste en calcular por separado los valores de la aceleración siguiendo el siguiente esquema:

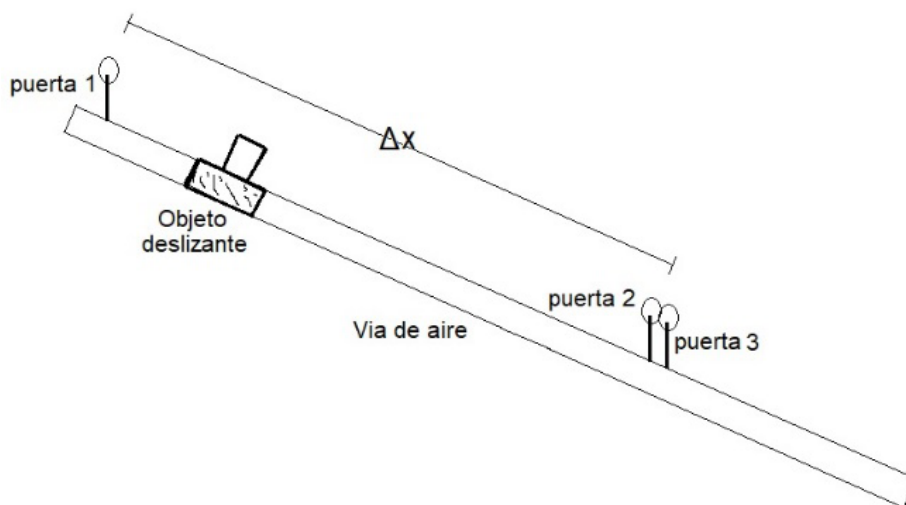


Figura 1: Esquema de la experiencia

Se utiliza una vía de aire para reducir la fricción. Por lo tanto, la expresión de la ecuación 1 queda reducida a:

$$a = g \sin \alpha \quad (2)$$

Basta despejar el valor de la gravedad en función de la aceleración y el ángulo de inclinación del plano. Para el cálculo de la aceleración se dispone de tres fotopuertas ordenadas según el gráfico 1. Próxima al extremo superior se coloca la primera, las otras dos se colocan siempre juntas, con una distancia mínima entre ellas. Se varía la distancia entre la primera y las otras dos, registrando los tiempos de oscurecimiento para cada distancia. El objeto de colocar las dos fotopuertas a una distancia mínima es registrar la velocidad instantánea a esa posición desde el primer fotopuerta. Del análisis cinemático, se supone una velocidad instantánea no nula en la primer fotopuerta, por lo tanto, se despeja la aceleración en función de la velocidad instantánea, la distancia entre fotopuertas y el tiempo de oscurecimiento.

$$a = \frac{2(vt - \Delta x)}{t^2} \quad (3)$$

Se obtiene aproximadamente el mismo valor para distintos valores de distancia entre puertas, se realiza un ajuste estadístico y se reemplaza en la ecuación 2 para obtener el valor de la aceleración de la gravedad. Esto se puede repetir para distintos ángulos.

En una segunda experiencia se procede a repetir el experimento, pero reemplazando la vía de aire por un superficie rugosa, deslizando objetos para distintas inclinaciones y la misma disposición de fotopuertas. Conocido el valor de la aceleración de la gravedad, se procede a calcular la aceleración según lo expuesto por la ecuación 3. El coeficiente de fricción cinético se despeja de la ecuación 1.

Los valores de la aceleración son parecidos a los publicados por el Instituto de Metrología de Alemania [6], que proporciona el valor de la aceleración de la gravedad a través de la red para cualquier parte del mundo. Los valores del coeficiente de fricción cinemática son similares a los publicados en línea [7].

III. CONCLUSIONES

Se desarrolló una experiencia asistida para la medición indirectas de la gravedad utilizando un plano inclinado a distintos ángulos, para ello se hizo uso de tres fotopuertas que registraron tiempo de oscurecimiento para distintas distancias,

con ello se calculó el valor de la aceleración en la dirección del plano para distintos ángulos y se ajustó estadísticamente. El valor de la aceleración de la gravedad es similar al proporcionado por un sitio de internet. Posteriormente se desarrolló la misma experiencia, pero para objetos que deslizan por superficies rugosas, se midió siguiendo la misma técnica el valor del coeficiente de fricción dinámico, proporcionando valores parecidos a los proporcionados en línea.

REFERENCIAS

- [1] C. Stern, C. Echeverría, D. Porta. “Teaching Physics through Experimental Projects”. *Procedia IUTAM*. Vol. 20, Jun. 2017, pp. 189–194.
- [2] C.H. Wörner, “Simplemente: el plano inclinado” *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 34, Feb 2012, pp. 2305/1– 2305/5.
- [3] R. O. Christiansen, F. E. M. Hanna, E. Agüero, N. E. Pereyra. “Experimentos de física utilizando Arduino™”. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 28, No. Extra, Nov. 2016, pp. 23-28.
- [4] A. R. de Souza, A. C. Paixão, D. D. Uzêda, M. A. Dias, S. Duarte, H. S. de Amorim. “A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC”. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, Jun. 2011, pp 1702/1-1702/5.
- [5] O. Torrente, “ARDUINO Curso práctico de formación” Alfaomega Grupo Editor, D.F. Mexico, Cap. 4.
- [6] Physikalisch-Technische Bundesanstalt, “Schwere-Informationssystem” disponible en <https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt1/fb-11/fb-11-sis.html>, tomado el 14 de junio de 2019.
- [7] C, Julián, “Fricción + ejercicios resueltos” disponible en: <https://www.fisimat.com.mx/friccion/>, tomado el 14 de junio de 2019.

Biografía. Autor 1: Luis Enrique Mealla Sánchez

Magister en Energías Renovables y Licenciado en Física de la Universidad Nacional de Salta (Argentina). Profesor tiempo completo en el Departamento de Ciencias Básicas, a cargo de la materia Física Eléctrica, Mas de 20 años de experiencia docente e Investigación. Ha encabezado numerosos proyectos de investigación financiados por la Universidad Autónoma del Caribe y por Colciencias.

Áreas de investigación: Energías Renovables y Aplicaciones de la Ciencia.



Biografía. Autor 2: Eduardo Enrique Martínez Iglesias


Magister en Educación de la Universidad Autónoma del Caribe, Ingeniero Químico de la Universidad del Atlántico. Profesor de tiempo completo en el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma del Caribe, a cargo de los laboratorio de Física.

Áreas de investigación: Aplicaciones de la Ciencia

Biografía. Autor 3: Ismael Eduardo Fierro Fernández

Estudiante de quinto semestre de la carrera Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma del Caribe

Áreas de investigación: Aplicaciones de la Ciencia



ESTUDIO DE LA CAÍDA DE UN CUERPO UTILIZANDO FOTOPUERTAS DE BAJO COSTO¹

Study of a body fall using low-cost photogates

Mealla Sánchez, Luis Enrique², Parra Pacheco, Luis Felipe³

1 Proyecto de investigación “Aplicaciones Didácticas Asistidas de bajo costo para el laboratorio de Física”, proyecto en especie del Departamento de Investigaciones y Transferencia, Universidad Autónoma del Caribe.

2 Universidad Autónoma del Caribe. Contacto: luis.mealla@uac.edu.co

3 Estudiante de Ingeniería Mecatrónica - UAC.

Resumen:

Se presenta una aplicación utilizando una tarjeta Arduino™ para medir tiempos entre oscurecimientos en distintas fotopuertas cuando cae una esfera metálica a través de un líquido. El registro de los tiempos permite calcular la velocidad media y la instantánea en las distintas posiciones de fotopuertas, esa velocidad se ajusta según la posición para poder calcular la velocidad límite transformando la experiencia en una de movimiento uniforme rectilíneo y también, para esa condición, con el valor de la velocidad se puede calcular la viscosidad del líquido.

Palabras clave

Caida de cuerpos, fotopuertas, Arduino™

Abstracts

An application is presented using Arduino™ card to measure the time between different photogates obscurations when a metal ball falls through a liquid. Recording time allows calculate the average speed and the instantaneous in different positions photogates, that speed is adjusted according to the position to calculate the speed limit transforming experience a rectilinear uniform motion and, for this condition, with the velocity value can be calculated viscosity liquid.

Keywords

Falling bodies, photogates, , Arduino™

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información (TICs) se han posicionado como un conjunto de herramientas valiosas que posibilita la mejora del proceso educativo cuando se aplican en la enseñanza de las ciencias a nivel universitario [1]. El uso intensivo del computador, celular, tabletas en el salón de clase y en el trabajo indirecto, el acceso a información en la red, el trabajo con software específico en cada disciplina son indicadores que esta herramienta ha incursionado con fuerza en el campo de la educación universitaria. Pontes [1] se refiere a esta herramienta de la siguiente manera: “la búsqueda de soluciones para los problemas educativos planteados en el campo de la didáctica de las ciencias mediante el uso de las TICs y el desarrollo de métodos y estrategias de trabajo docente que permitan utilizar los recursos informáticos como instrumentos de aprendizaje significativo”.

En la formación de estudiantes en ciencias las Tics pueden ser utilizadas para que el estudiante desarrolle tres tipos de habilidades: Conceptuales, relacionadas con la adquisición de conocimientos teóricos mediante el acceso a la información específica de cada disciplina. Procedimental, relacionada con el aprendizaje de procedimientos científicos y el desarrollo de destrezas intelectuales; ligadas a la aplicación del método científico. Por ultimo las destrezas de tipo actitudinal están ligadas con la adquisición de actitudes favorables al aprendizaje de la ciencia tales como el interés y la motivación.

Pontes [1] propone una de las herramienta para desarrollar la habilidades de tipo procedimental: el uso de laboratorios asistidos por computador, compuesto por un sistema de toma de datos ligado a un equipo para manipular esa información (PC). Los resultados y análisis se exponen de forma clara y ordenada precisando los puntos más importantes. Se pueden incluir tablas, dibujos, fotografías y esquemas que soporten el escrito. En el análisis, se deben explicar y comentar los datos presentados y validar o rechazar hipótesis generadas, comparando con trabajos publicados anteriormente sobre el mismo tema.

En este mismo orden de ideas, el uso de fotopuertas para la medición de la velocidad es utilizado en la mayoría de las experiencias de laboratorio de física. Comercialmente su costo es elevado, por lo tanto, varios autores buscaron alternativas utilizando materiales de bajo costo. Ejemplo de ello es el trabajo de Galeriu [2], quien realizó la medición de curvas de posición en función del tiempo utilizando fotopuertas compuestas de diodos infrarrojos y fototransistores,

a partir de materiales muy baratos logra realizar mediante la comunicación de los sensores y ArduinoTM, medidas de calidad que permiten calcular velocidad y aceleración. R. O. Christiansen et al. [3], desarrollaron un dispositivo sencillo y de bajo costo para adquisición de datos utilizando una placa Arduino. Utilizo dos fotopuertas para determinar tiempos de recorrido de un carrito en un riel inclinado al cual se le modificaba la masa en cada registro. Se utilizó este dispositivo para calcular el valor de la gravedad mediante el ajuste lineal entre el peso y la masa.

Se propone una experiencia para medir la viscosidad de un líquido utilizando medidas de velocidad proporcionadas por tres fotopuertas que se comunican con la placa ArduinoTM para registrar tiempos.

Cuando un cuerpo cae en el seno de un fluido, experimenta una desaceleración que se describe por la ecuación:

$$bv + \rho_l g V_c - mg = ma \quad (1)$$

El peso del objeto es contrarrestado por dos fuerzas que se oponen al movimiento, la resistencia del fluido por fricción y la fuerza de flotación. Si el objeto es una esfera, se utiliza la ley de Stokes [4] para describir al coeficiente que acompaña a la velocidad en la fuerza de fricción. Este coeficiente está expresado en función del radio de la esfera y de la viscosidad. Además, se puede expresar la masa del cuerpo en función de su densidad.

$$6\pi r\eta v + \rho_l g V_c - \rho_c g V_c = ma \quad (2)$$

Esta experiencia pretende proporcionar una buena forma de mostrar al estudiante la transformación de un movimiento de acelerado a uniforme mediante la medición de la velocidad, añadido a esto, la posibilidad de medir la viscosidad del líquido en donde se desarrolla la experiencia.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

La caída de un objeto esférico a través de un fluido es un movimiento retardado, hasta que alcanza el valor de la velocidad límite, donde se supone que la rapidez es constante.

Por otra parte, medir esta velocidad implica medir distancias y tiempos. Los tiempos se miden utilizando fotopuertas compuestas por fotorresistencias y láseres. Un conjunto de fotopuertas operacionales que permite medir el tiempo entre oscurecimientos cuando un objeto pasa a través de ellos [5]. Una Fotorresistencia conectada a un divisor de tensión es iluminada permanente mente por un láser, presentado un estado de máxima voltaje, cuando un objeto interrumpe el haz de luz el voltaje presentado es mínimo. Mediante un código se programa a Arduino™ para que reconozca el instante de paso entre un instante alto a bajo en un sensor para que empiece a registrar tiempo, cuando el objeto pasa par el siguiente sensor, el código ordena guardar el tiempo entre oscurecimientos. El registro de tiempo sigue hasta un tercer sensor, donde se registra el tiempo trascurrido entre el primer oscurecimiento y el tercero.

Las fotopuertas se ubican según el siguiente esquema:

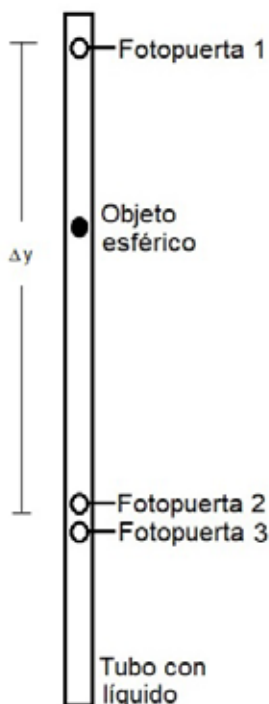


Figura 1: esquema del dispositivo.

Un tubo de vidrio que contiene el líquido se ubica en forma vertical, la fotopuerta 1 se ubica en la parte superior, las otras dos se ubican muy juntas de manera que

se pueda registrar la velocidad media entre la primera y la segunda fotopuerta y la velocidad instantánea entre la segunda y tercera fotopuerta. Se grafican simultáneamente las velocidades medias e instantánea para distintas ubicaciones de las dos últimas fotopuertas. Se observa que el valor de la velocidad instantánea tiende a un valor constante a una determinada altura. A partir de esa altura se puede considerar al movimiento como uniforme rectilíneo.

Análogamente, si utilizamos la velocidad en la región donde es constante. Se puede despejar la viscosidad de la ecuación 2, con el valor de aceleración igual a cero, el valor de la velocidad límite y expresando el volumen de la pieza en función del diámetro.

$$\eta = \frac{D^2 g(\rho_c - \rho_l)}{18v_l} \quad (3)$$

Se identifica la altura entre sensores para la que se alcanza la velocidad límite, se hace mediciones para distintos diámetros de esferas de acero, luego se obtiene el valor de la viscosidad mediante estadística. El líquido que se utiliza es agua, se obtiene un valor de viscosidad parecido a los publicados [6].

III. CONCLUSIONES

Se desarrolló una experiencia utilizando tres fotopuertas con materiales de bajo costo con el objeto de registrar el tiempo de recorrido de una esfera cayendo por una columna de líquido. Los tiempos se utilizaron para calcular la velocidad media entre la primera y las otras dos fotoceldas y la velocidad instantánea entre las otras dos fotopuertas, las cuales se ubicaron muy próximas para suponer que la velocidad registrada sea la instantánea. Se mostró mediante esta experiencia de laboratorio la evolución de movimiento uniformemente retardado a movimiento uniforme al compararla con la gráfica temporal de ambas velocidades.

Se identificó la posición de las dos últimas fotopuertas para cuando la esfera alcanza la velocidad límite, se registran valores de velocidad instantánea para distintos diámetros de esferas. Se obtuvieron valores de viscosidad similares a los proporcionados por tabla.

REFERENCIAS

- [1] A. Pontes Pedrajas. “*Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos*”. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 2, Ene. 2005, pp. 2-18.
- [2] C. Galeriu. “*An Arduino-Controlled Photogate*”. The Physics Teacher, Vol. 51, March. 2013.
- [3] R. O. Christiansen, F. E. M. Hanna, E. Agüero, N. E. Pereyra. “*Experimentos de física utilizando Arduino™*”. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 28, No. Extra, Nov. 2016, pp. 23-28.
- [4] J.A. Barrera Moncada, J.C. Henao, L.F. Mulcúe Nieto. “*Physilab: conceptos y ejercicios*”. Pereira: Universidad Católica de Pereira, 2013, Cap.5.
- [5] O. Torrente, “*ARDUINO Curso práctico de formación*” Alfaomega Grupo Editor, D.F. Mexico, Cap. 4.
- [6] Y.Çengel, A. Ghajar, “*Transferencia de calor y masa – fundamentos y aplicaciones*” Mc Graw Hill, Cuarta Edición, D.F. México, pp. 905.

Biografía. Autor 1: Luis Enrique Mealla Sánchez


Magister en Energías Renovables y Licenciado en Física de la Universidad Nacional de Salta (Argentina). Profesor tiempo completo en el Departamento de Ciencias Básicas, a cargo de la materia Física Eléctrica, Mas de 20 años de experiencia docente e Investigación. Ha encabezado numerosos proyectos de investigación financiados por la Universidad Autónoma del Caribe y por Colciencias.

Áreas de investigación: Energías Renovables y Aplicaciones de la Ciencia.

Biografía. Autor 2: Luis Felipe Parra Pacheco

Estudiante de quinto semestre de la carrera Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma del Caribe

Áreas de investigación: Aplicaciones de la Ciencia



LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE ESCOLAR

Information and Communication Technologies
in the self-regulation of school learning

Sánchez-Bedoya, Héctor¹

¹ Resultados de la Tesis Doctoral “Ayuda Hipermedial Dinámica” y su influencia en la autorregulación del aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa Inem Felipe Pérez de Pereira-Colombia, año 2015. Con la Universidad Wiener del Perú. Contacto: posgrado@uwiener.edu.pe

Resumen

Investigación direccionada por la pregunta ¿En qué medida la Ayuda Hipermedial Dinámica, influye en la autorregulación del aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa INEM Felipe Pérez de Pereira-Colombia, año 2015? Estudio descriptivo con un diseño cuasi experimental. Se utilizaron los programas Excel y SPSS. El análisis estadístico se hizo a través de la prueba de McNemar-Bowker, encontrándose que no hay influencia entre la Ayuda Hipermedial Dinámica y la Autorregulación del Aprendizaje, ya que el p-valor fue mayor que el nivel de significancia alfa ($\alpha=0.075$); sin restarle reconocimiento positivo a la estrategia, una vez que se evidenciaron en cada una de las cinco dimensiones, valores superiores a 3 en una escala de 5, como se pudo apreciar al obtener los promedios de las respuestas individuales de los estudiantes.

Palabras clave

tecnología de la información y la comunicación, ayuda hipermedial dinámica, socioconstructivismo, autorregulación del aprendizaje.

Abstract

Research directed by the question to what extent does Hypermedia Dynamic Help influence on the self-regulation learning student' INEM educational institution Felipe Pérez of Pereira-Colombia, 2015? Descriptive study with a quasi-experimental design. Excel and SPSS programs were used. The statistical analysis was carried out through the McNemar-Bowker test, finding that there is no influence between Hypermedial Dynamic Help and self-regulation of learning, since the p-value was greater than level of alpha significance ($\alpha = 0.075$); without subtracting positive recognition from the strategy, once they were evidenced in each of the five dimensions, values greater than 3 on a scale of 5, as could be seen when obtaining the averages of the students' individual responses.

Keywords

information technology and communication, Dynamic Hypermedia Help, socioconstructivism, self-regulated learning.

I. INTRODUCCIÓN

Delegar la responsabilidad y control del aprendizaje en los estudiantes demanda propuestas innovadoras en las que se les enseñe a autorregular el aprendizaje.

Las Ayudas Hipermediales Dinámicas son estrategias con apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación, la cual está fundamentada en el socioconstructivismo, la indagación práctica y la autorregulación del aprendizaje. Para el año 2014 a través de un convenio entre la Universidad Tecnológica de Pereira y Computadores para Educar (Programa del Ministerio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación), se hace entrega de una serie de recursos computacionales, junto con la formación de los maestros en el uso pedagógico de estos dispositivos. Proceso del cual resulta beneficiada la institución educativa INEM Felipe Pérez de Pereira.

En consecuencia se identificó que no se ha estudiado la manera como las Ayudas Hipermediales Dinámicas influyen en el desarrollo de la competencia de la autorregulación del aprendizaje, una vez que los maestros del INEM que hicieron el diplomado, contaban para el 2015 con seis salas de cómputo, dos aulas móviles y una sala con tabletas.

Estos planteamientos derivaron el siguiente objetivo: “evaluar en qué medida la Ayuda Hipermedial Dinámica, influye en la autorregulación del aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa INEM Felipe Pérez de Pereira-Colombia, año 2015”.

II. HALLAZGOS Y DISCUSIÓN

La recolección de información se hizo con un instrumento de 25 ítems, cinco por cada dimensión, el cual fue ajustado del empleado por [1]. Se hizo prueba piloto y para la validez de constructo, se aplicó la prueba de Alfa de Cronbach. De igual manera se acudió a validación de expertos.

En el proceso de implementación de la estrategia al inicio de la jornada escolar, se aplicó el pre test. La mediación consistió en el desarrollo de las secuencias didácticas de matemáticas, lenguaje, sociales, inglés, ciencias naturales y filosofía; de manera simultánea en las seis salas de cómputo, utilizando las ayudas hipermediales de cada uno de los diseños tecno-pedagógicos (planeación de clase

con TIC). Los 170 estudiantes se organizaron por parejas. Faltando media hora para que finalizara la jornada, se aplicó el pos test.

Con el uso de los programas Excel y SPSS, se establece el nivel de respuesta según la escala del Likert para cada pregunta. Con estos datos se hace una descripción y análisis de lo hallado después del proceso de mediación, al igual que se establece el valor de la hipótesis utilizando la prueba de McNemar-Bowker.

A continuación se presentan algunos hallazgos de esta investigación organizados por dimensión:

Representar la tarea de aprendizaje

El 78.17% de los estudiantes reconoce el interés por aprender, como elemento favorablemente en la representación de la tarea; aspecto que corresponde con otros estudios sobre la motivación como agente activo del aprendizaje [2], [3].

El 71.80% valora la autorregulación del aprendizaje como acto influenciado por las características, exigencias y condiciones de realización de la tarea de aprendizaje.

El 72.24% de los estudiantes reconoce que la búsqueda, organización y gestión de la información, es determinante para hacer una representación mental de la tarea. Estudios previos muestran que la autogestión de la información es un componente que ilumina la representación mental del estudiante [4], fortaleciendo la competencia de la autorregulación del aprendizaje.

Valorar los conocimientos previos

El 83.27% manifiesta que los conocimientos previos inciden positivamente en la realización de las tareas. Planteamientos que corresponden con [5] al afirmar que “no se puede empezar un proceso de enseñanza—aprendizaje sin saber qué es lo que el alumnado ya conoce” [p. 62].

El 75.20% manifestó que la experiencia previa asociada a los nuevos conocimientos, contribuye a elaborar un mejor plan de aprendizaje. Esto ratifica lo expresado por [6], quienes lograron demostrar que los estudiantes investigados tuvieron mayor rendimiento académico y regularon de una forma más eficaz su aprendizaje, en la medida en que planificaron las actividades a desarrollar,

activaron sus conocimientos previos, monitorearon el uso de estrategias de aprendizaje cognitivas y su progreso hacia las metas de aprendizaje.

Identificar las condiciones de desarrollo de la tarea

El 65.80% reconoce que dedicar tiempo a relacionar los objetivos de la actividad con los propios intereses, da significado y sentido a la tarea de aprendizaje. De igual manera, un 78.34% manifestó que la claridad de las condiciones de desarrollo de la tarea, facilita el aprendizaje.

Estos hallazgos ratifican que los entornos educativos con TIC “... contribuyen al proceso de construcción de significados y atribución de sentido sobre los contenidos escolares” [7, p. 7].

Planificar la actividad de aprendizaje

El 75.81% valora la importancia de conocer los objetivos de la tarea para la estructuración de un plan de aprendizaje; aspecto resaltado en los estudios de [8], donde se afirma que al hacer partícipe a los estudiantes en la formulación de sus propios objetivos, se potencia los procesos metacognitivos.

El 78.17% reconoce que el interés del estudiante por aprender, contribuye favorablemente a que se haga un buen plan de aprendizaje.

Un 52.59% considera que “cuando se debe aprender algo hay que planificar el trabajo por escrito sobre el proceso que se ha de seguir” [3, p. 47].

El 67.90% reconoció que el manejo del tiempo en la realización de las actividades, contribuye al estudiante a cumplir con las tareas de aprendizaje.

Usar la planificación

El 69.52% valoró la consulta reiterada al plan trazado como ayuda al logro de los objetivos de aprendizaje. Con estos datos se ratifica lo expuesto en otras investigaciones, en las que se concluye que si los estudiantes planifican su implicación en el aprendizaje, realizan seguimiento y valoración sobre los resultados que obtienen, solicitan ayuda para mejorar sus aprendizajes; estos estudiantes regulan su participación para optimizar procesos y productos académicos [3].

El 80.18% afirma que el estudiante debe revisar permanentemente sus niveles de avance y retroceso frente al proceso de aprender; hallazgo consecuente con lo propuesto por [9] cuando considera que “la autoevaluación es un proceso clave para la autorregulación, porque supone reflexionar y tomar conciencia del proceso de aprendizaje” [9, p. 559].

Comprobación de hipótesis

Para establecer el valor de la hipótesis de trabajo, se formuló una hipótesis nula (H_0) y sobre los datos del programa SPSS, se analizó el “p-valor”, si éste era mayor que el alfa asumido para la investigación (0.075), se aceptaba H_0 y se negaba la hipótesis de trabajo.

Es así como de las cinco hipótesis específicas del investigador, una resultó verdadera (“p-valor”= 0.041) y las otras cuatro falsas; por lo tanto, no existe evidencia empírica para garantizar que la estrategia pedagógica Ayuda Hipermedial Dinámica, influye en la autorregulación del aprendizaje de los estudiantes investigados.

III. CONCLUSIONES

La Ayuda Hipermedial Dinámica influye en la representación de la tarea de aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa INEM Felipe Pérez de Pereira-Colombia.

No influye en los conocimientos previos de los estudiantes objeto de esta investigación.

No influye en las condiciones de desarrollo de la tarea que realizan los estudiantes de la institución; pero, se resalta que los recursos digitales contribuyen a que el docente pueda diversificar sus acciones direccionadas a la delegación de una mayor responsabilidad por parte del estudiante en su acto de aprender.

No influye en la planificación de la actividad de aprendizaje de los estudiantes.

No influye en el uso de la planificación de la actividad de aprendizaje.

REFERENCIAS

- [1] T. Mauri, R. Colomina, and I. Gispert, I. Diseño de propuestas docentes con TIC para la enseñanza de la autorregulación en la Educación Superior. *Revista de Educación, enero-abril* (348), 2009, pp. 377-399.
- [2] A. de la T. Gómez, *El método socrático y el modelo de Van Hiele*. Lecturas Matemáticas. 24, 2003, pp. 99–121
- [3] M. T. Mauri, A. R. Colomina, M. C. Taberner and S. M. Rieradevall. La adquisición de las competencias de autorregulación. Análisis de su concepción y aprendizaje en diferentes estudios universitarios. REIRE. *Revista de innovación Acerca de educación*. 2009. [en línea]. Disponible: <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/14911/00720113000461.pdf?sequence=1>
- [4] A. Pérez, “Competencias para la autogestión del aprendizaje en las carreras de derecho y estudios socioculturales de la educación a distancias en la universidad de Ciego de Ávila –Cuba” Tesis Doctoral, Universidad de Granada, Cuba. 2010.
- [5] Gutiérrez, J.M. La evaluación como autorregulación. *Aula de innovación educativa*, 116, pp. 62-66.
- [6] O. López, C. Hederich, and A. Camargo. “Logro de aprendizaje en ambientes hipermediales: andamiaje autorregulador y estilo cognitivo”, en *Revista Latinoamericana de Psicología Volumen 44(2)*. Universidad Pedagógica Nacional, 2012, pp. 13-26.
- [7] C. Coll. “Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación”. *Una mirada constructivista. Revista Electrónica Sinéctica*, 25, 2004, agosto-enero, pp. 1-24.
- [8] I. García, B. Gros and I. Noguera. Autorregulación del aprendizaje mediante un PLE: definición del entorno just4Me. En Rodríguez, J.L. “ed”. *Aprendizaje y educación en la sociedad digital* (pp. 26-49). Barcelona: Universidad de Barcelona. DOI: 10.1344/106.000002060, 2013.
- [9] E. Panadero and J. A. Tapia, “Autoevaluación: connotaciones teóricas y prácticas. Cuándo ocurre, cómo se adquiere y qué hacer para potenciarla en nuestro alumnado”. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 2013, 11(2), pp. 551-576.


Biografía: Héctor Gerardo Sánchez Bedoya

Doctor en Educación. Docente catedrático Universidad Tecnológica de Pereira.

Docente tiempo completo de la Institución Educativa INEM Felipe Pérez de Pereira.

Magíster en Comunicación Educativa de la Universidad Tecnológica de Pereira; Especialista en Computación para la Docencia de la Universidad Antonio Nariño; Licenciado en Matemáticas y Física de la Universidad Tecnológica de Pereira y Tecnólogo en Sistemas de Información de la Universidad de Caldas; Asesor de proyectos de investigación en Educación. Miembro del grupo de investigación “*Estudios Metodológicos para la Enseñanza de la Matemática y el uso de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación*” del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Áreas de investigación: Enseñanza de las Matemáticas en educación Básica y Media. Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación.



EL USO DE HERRAMIENTAS
TECNOLÓGICAS, PARA
MEJORAR LA COMPETENCIA
USO COMPRENSIVO DEL
CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN
QUÍMICA.

The use of technological tools, to improve
competence comprehensive use of scientific
knowledge in chemistry.

S. L. González

RESUMEN

El uso de diferentes herramientas tecnológicas para mejorar el nivel de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico para la enseñanza de la química, surge por la necesidad de que los jóvenes de la Institución Educativa Francisco José de Caldas, de Santa Rosa de Cabal, mejoren sus niveles de desempeño, desde hace varios años se está implementando la estrategia sin embargo se presentan aquí los resultados obtenidos en el presente año lectivo 2019.

Éste trabajo tiene un enfoque cuantitativo con la comparación de los resultados en pruebas de selección múltiple con única respuesta elaborados por la empresa Helmer Pardo, los porcentajes de aprobación y reprobación de la asignatura junto con sus niveles de desempeño y cuantitativo con el análisis descriptivo de las habilidades adquiridas por los jóvenes cuando se desarrollan las clases a partir de un modelo socio constructivista con el enfoque de aprendizaje significativo y el diseño de secuencias didácticas con la utilización de herramientas tecnológicas como los laboratorios virtuales, app de tabla periódica y el programa CmapTools. Palabras clave— Herramientas tecnológicas, uso comprensivo del conocimiento científico, secuencia didáctica.

ABSTRACT

The use of different technological tools to improve the level of comprehensive competence of the use of the scientific knowledge for the teaching of chemistry, arises from the need for young people at Francisco José de Caldas Educational Institution, of Santa Rosa de Cabal, to improve their performance levels, for several years the strategy is being implemented however the results obtained here are presented for this school year 2019.

This work has a quantitative approach with the comparison of the results in multiple-choice tests with a single response prepared by the company Helmer Pardo, the percentages of approval and disapproval of the subject along with its levels of performance and quantitative with the descriptive analysis of the skills acquired by young people when classes are developed from a socio-constructivist model with a meaningful learning approach and the design of didactic sequences with the use of technological tools such as virtual laboratories, periodic table app and the CmapTools program.

DESCRIPTORS

Technological tools, comprehensive use of scientific knowledge, didactic sequence.

I. INTRODUCCIÓN

Nos enfrentamos a un mundo cada vez más globalizado, en el que se debe replantear el modelo de enseñanza y aprendizaje; los jóvenes de ahora reclaman una educación mucho más activa que les ayude a formarse en competencias y habilidades para la vida; día a día aumenta la cantidad de información que se publica, por lo tanto, el uso comprensivo de éste conocimiento científico, comienza a ser una necesidad, al igual que demostrar familiaridad con el uso de las herramientas tecnológicas y el dominio de un segundo idioma como el inglés.

El presente trabajo permitió demostrar que el desempeño, la motivación y las competencias básicas de los estudiantes mejoran sustancialmente cuando el docente presenta actividades más atractivas y se integran dispositivos ya como tablets y celulares para mejorar el aprendizaje en el área de ciencias naturales.

II. METODOLOGÍA

El estudio se basó en el enfoque del aprendizaje significativo que surge del modelo pedagógico socio constructivista y con el uso de las TIC (Tecnologías de la información y la comunicación) como herramientas didácticas, los principales recursos empleados en el presente estudio son:

El programa Cloud Labs instalado con licencia por la Secretaría de Educación de Risaralda, desde el 2015, en computadores portátiles, tras una actualización en el 2018, se cuenta con el programa bilingüe (español e inglés). El programa explica muchos conceptos empleando imágenes, video y audio, los laboratorios son interactivos haciendo atractivo el aprendizaje para los estudiantes.

Pontes [1] enfatiza sobre el uso de las TIC en la clase de ciencias o en el laboratorio, que se debe trabajar sobre objetivos educativos concretos y que son de gran interés en la educación científica por las posibilidades que ofrece el ordenador desde el punto de vista de la comunicación, la interactividad, el tratamiento de imágenes, la simulación de fenómenos y experimentos, la construcción de

modelos, la resolución de problemas, el acceso a la información y el manejo de todo tipo de datos.

Así, el uso de la aplicación de tabla periódica de Merck, app que instalan en el celular y no requiere de internet al interior del aula, puede reemplazar la tabla de cartón, que en algunos casos está desactualizada o presenta errores en los datos de los elementos químicos. Esta aplicación permite observar imágenes, historia, origen del nombre además de los datos sobre las propiedades específicas de cada elemento.

Además el programa CmapTools para elaborar mapas conceptuales, desarrollado como software libre por el “Institute for Human and machine Cognition (IHMC)” de la Universidad de Florida inspirado en las ideas de Novak y Gowin, es un recurso didáctico que va de la mano con el enfoque de aprendizaje significativo de tal manera que los estudiantes a partir de éstos estructuran mejor sus ideas previas y también construyen un andamiaje más sólido de aquellos conceptos básicos en ciencias naturales. La figura.1 es un ejemplo de mapa conceptual elaborado en el programa CmapTools.

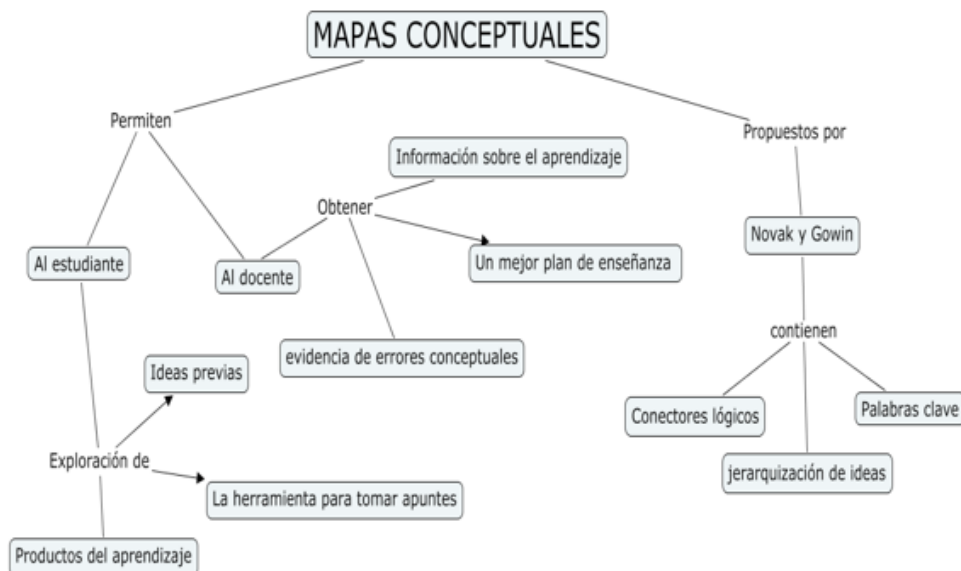


Fig 1. Características de los mapas conceptuales.

Sisovic y Bojovic [2] expresan sobre el acto de introducir novedades en los procesos de enseñanza y aprendizaje:

La introducción de cada nuevo concepto en educación debería hacerse conectándolo con otros conceptos de diferentes niveles de abstracción, animando a los jóvenes a buscar similitudes y diferencias entre conceptos del mismo nivel de abstracción, orientándoles hacia las propiedades esenciales en lugar de hacia las características meramente perceptivas del fenómeno objeto de estudio, y mediante una estimulación constante de las operaciones mentales por las que se desarrolla un determinado concepto.

En cuanto a la importancia de los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje permiten la asociación de conocimientos previos con nuevos conceptos, ayuda a jerarquizar la información y a decodificarla, también ayudan al estudiante a recordar de manera más eficiente la información que necesita para la solución de diferentes problemas en la química.

Al reunir las herramientas didácticas tecnológicas, el enfoque de aprendizaje significativo y el modelo pedagógico socio constructivista, se retoman dos ideas importantes de las teorías de Piaget [3]:

- La interacción con el medio ambiente hace que las personas se desarrollen y adquieran estructuras de pensamiento cada vez más sofisticadas.
- La inteligencia es la capacidad que le permite al ser humano adaptarse al medio.

De otro lado Limón y Carretero [4], sintetizan cuatro tipos de habilidades a desarrollar en los adolescentes durante el curso de la enseñanza obligatoria y que deberían concretarse en programas de instrucción con actividades específicas en cada asignatura: Estrategias de aprendizaje, habilidades de razonamiento, de resolución de problemas y metacognitivas.

De éstos planteamientos, teniendo en cuenta los obstáculos en el aprendizaje de la química, el diagnóstico de la población estudiantil y selección de competencia a reforzar, se identificaron las necesidades a nivel teórico para su enseñanza y los requerimientos didácticos para el desarrollo de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

Para el presente estudio se trabajó como eje principal el desarrollo de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, fundamental para poder trabajar con los estudiantes algunos de los estándares básicos de competencias, y los derechos básicos de aprendizaje relacionados con temas de química como métodos de separación de mezclas, enlace químico, tipos de reacciones químicas, gases ideales entre otros.

La estrategia didáctica se aplicó a dos grupos mixtos, uno de 46 estudiantes de grado octavo, en el cual se encuentran 5 estudiantes reportados en el SIMAT con discapacidad mental psicosocial, física y movilidad, trastorno del habla, cognitiva y déficit de atención y 49 estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Francisco José de Caldas de Santa Rosa de Cabal (Risaralda), y se compararon con los resultados del grupo control con 35 estudiantes donde no se usaron herramientas tecnológicas y 3 grados décimos que cuentan con un docente diferente que tampoco usa herramientas tecnológicas. Los estudiantes pertenecen en su mayoría a estratos socioeconómicos 1 y 2, sin embargo, están familiarizados con el uso de dispositivos electrónicos como el celular.

Para la sistematización de la información recolectada durante el proceso, materiales y recursos necesarios para la investigación, se aprovecharon varios instrumentos. El primero fue una serie de pruebas que la empresa Helmer Pardo aplicó con el consentimiento de los acudientes a una muestra significativa de la población estudiantil donde se evaluaron 3 competencias fundamentales en el área de Ciencias Naturales (indagación, explicación de fenómenos y uso comprensivo del conocimiento científico), a la luz de los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) para cada grado; luego de analizar los resultados de la primera prueba de decidió trabajar como variable la última competencia mencionada ya que su desempeño fue el más bajo.

Se analizan de manera descriptiva los informes que presentan los estudiantes después de la ejecución de las prácticas de laboratorio virtuales además el programa tiene actividades de evaluación con preguntas de falso – verdadero, apareamiento, y genera un archivo pdf con los resultados obtenidos en cada práctica y una serie de preguntas orientadoras que permite reforzar los contenidos desarrollados, los mapas conceptuales fueron valorados a través de rúbricas y utilizados para afianzar los conocimientos básicos adquiridos.

Con relación a las prácticas realizadas Piaget afirma que nuestros conocimientos no provienen ni de la sensación ni de la percepción, sino de la totalidad de la acción, lo que implica que el conocimiento no se recibe en forma pasiva, sino que se construye a partir de la suma de acciones Camejo [5]. Lo anterior refuerza la idea de hacer un análisis integral del desempeño del estudiante, no solo utilizando una prueba escrita para determinar los aprendizajes.

Cada ciclo de enseñanza en ésta investigación fue preparado a partir de secuencias didácticas, Camps, citado por Vilá I Santasusana, et al [6], describen la secuencia didáctica en tres etapas básicas:

- **La preparación**, Contempla el diseño de los objetivos que responden a las dificultades diagnosticadas en cuanto a los contenidos y requerimientos didácticos, se establecen los recursos y el tiempo necesario para la realización de la actividad.
- **La producción**, permite al sujeto la integración de la teoría y la práctica, pues deberá emplear los conocimientos construidos en las prácticas u otras actividades.
- **La evaluación**, permite la sistematización de la experiencia y la autoevaluación de los logros alcanzados. Esta fase es sumamente valiosa, ya que permite determinar las debilidades y fortalezas suscitadas en el proceso de aprendizaje.

La secuencia didáctica ayuda al docente a graduar los objetivos, integrar la teoría y la práctica; la evaluación se ejecuta durante todo el proceso y admite la realización de ajustes a las actividades para propiciar mejores aprendizajes, además de la realización de las debidas adecuaciones y adaptaciones curriculares para los estudiantes que estén diagnosticados con algún tipo de discapacidad y así atender los diferentes ritmos de aprendizaje y lograr una verdadera inclusión. En el Procedimiento de recolección y análisis de datos se tomó como referencia un cuestionario de Helmer Pardo en el que participaron el 50% de los estudiantes de grado octavo y aproximadamente el 50% de los estudiantes del grado décimo, que contenía preguntas de selección múltiple con única respuesta tipo I, las cuales se desarrollan en torno a una idea o un problema y constan de un enunciado y cuatro opciones de respuesta.

Las preguntas seleccionadas se enfocaron en la evaluación de la competencia, uso comprensivo del conocimiento científico, relacionadas con los contenidos en química; dichas preguntas normalmente se utilizan en las pruebas Saber y en las pruebas PISA, para medir el desempeño de los jóvenes, los niveles de competencia en general en éste ejercicio fueron muy bajos.

Posteriormente, se ejecutó la estrategia didáctica que tenía por objetivo superar en los estudiantes las dificultades observadas en el test aplicado; mediante el uso de herramientas tecnológicas, además, se analizó la evaluación de cada una de las actividades para realimentar y examinar el alcance de los objetivos propuestos luego se aplicó un segundo test.

III. RESULTADOS

El establecimiento del contrato didáctico al principio del año, logró comprometer a los estudiantes con su propio proceso de aprendizaje; además, permitió una participación activa ya que los jóvenes plantearon las normas de convivencia, establecieron un proceso de negociación y pensamiento crítico frente a lo que se requiere por parte de ellos y del docente para que el proceso de enseñanza aprendizaje funcionara adecuadamente.

Se tuvieron en cuenta algunos principios del aprendizaje significativo y el socio constructivismo como la motivación intrínseca y la vinculación de los padres de familia en torno a la aceptación de las pruebas y el seguimiento en casa de algunos compromisos académicos. García y Fortea enuncian cuatro principios para iniciar el proceso de investigación educativa, que implementamos en este ejercicio [7]:

1. El mutuo consentimiento, porque es un acuerdo de voluntades para que se inicie el proceso.
2. Aceptación positiva del estudiante y su acudiente.
3. Negociación de los distintos elementos.
4. Compromiso por parte del docente y del estudiante para cumplirlo.

Otro aspecto a tener en cuenta es que en el segundo período académico donde se desarrollaron en su mayoría contenidos de química y el uso de herramientas tecnológicas, el 100% de los estudiantes de octavo aprobaron la asignatura, mientras que en el grupo en el que no se aplicó la estrategia la aprobación fue del 70% y se presentaron menor cantidad de estudiantes con desempeño alto o superior. En el grado décimo el comportamiento fue muy similar, solo que algunos factores afectaron el proceso como el ausentismo debido a que la clase siempre está programada a la primera hora y algunos estudiantes llegan tarde o no asisten, aun así, la aprobación de la asignatura fue de un 93%, existiendo una muy buena proporción de estudiantes con desempeño alto y superior con respecto a los otros grados décimos comparados.

Marqués [8] Menciona, dentro de las funcionalidades de las TIC, como “Uso didáctico para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje [...] además de su uso como instrumento cognitivo y para la integración y colaboración grupal”, cuando se realiza el laboratorio virtual estableciendo equipos de trabajo se pueden extrapolar estas funcionalidades al trabajo realizado en el aula. Así, los laboratorios virtuales se convirtieron en una excelente herramienta, para llevar a cabo prácticas en química, que de otra manera requerirían mucho más tiempo, seguimiento y materiales.

El primer test mostró que aproximadamente la mitad de los estudiantes estaban en la capacidad de interpretar literalmente esquemas y relacionarlos con sus conocimientos previos en química, sin embargo, el nivel de acierto en las preguntas relacionadas con la competencia uso comprensivo del conocimiento científico era casi nulo.

Significa que los estudiantes recurren a la memoria, aunque les falta realizar mayor relación entre los conceptos. Asimismo desconocen el léxico, por lo tanto, la metodología debe permitir que se den esas asociaciones mentales por parte de los jóvenes y enriquezcan su vocabulario para mejorar sus niveles de comprensión.

Los estudiantes de los grupos experimentales describen que se sintieron con muchas más fortalezas para enfrentar las preguntas de la segunda prueba, gracias a la metodología de clase, las herramientas tecnológicas y las actividades realizadas. En las figuras 2, 3, 4 y 5 se representa nivel bajo en rojo y nivel superior en verde, relacionado con la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

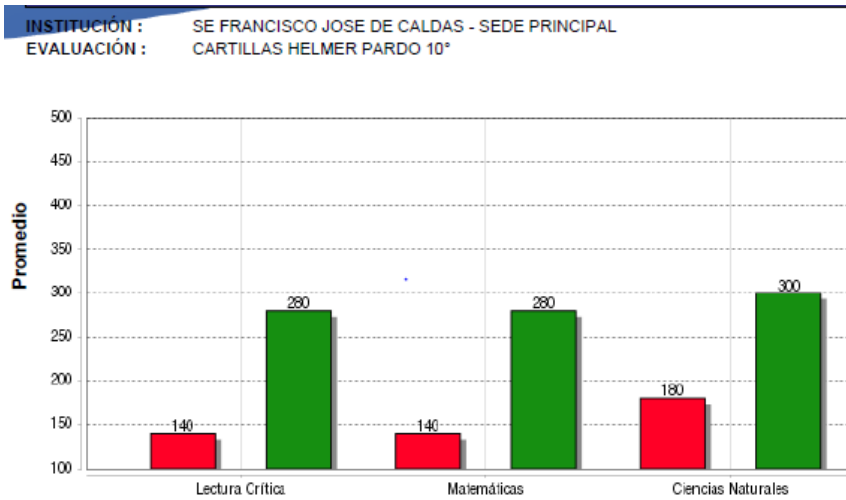


Fig 2. Estudiantes del grado décimo grupo control

La mayoría de los estudiantes se ubicó en nivel superior, como se muestra en la figura 3, con respecto al grupo control, figura 2.

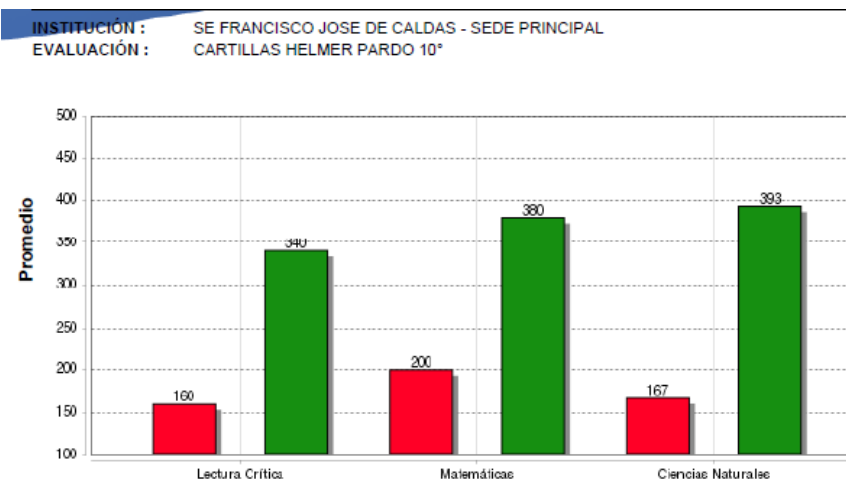


Fig 3. Estudiantes del grado décimo grupo experimental.

Un comportamiento similar se observa en los grados octavos, al comparar la figura 4 y 5 que son respectivamente los resultados del grupo experimental y el grupo control.

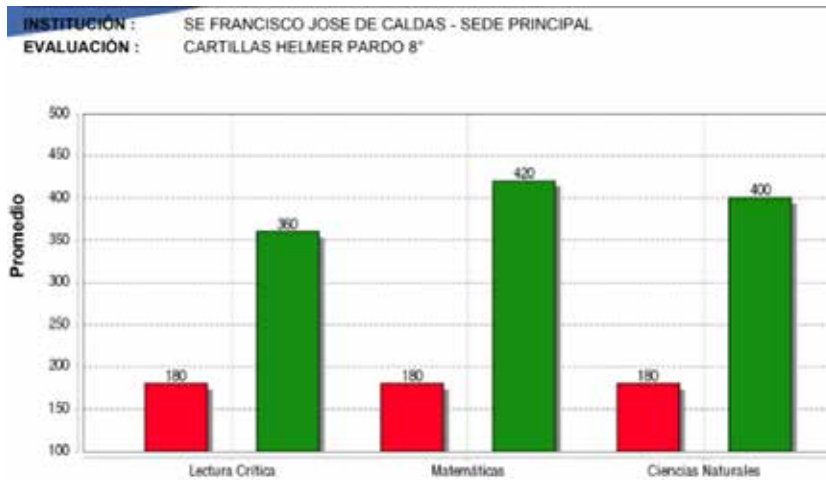


Fig 4. Estudiantes del grado octavo grupo experimental

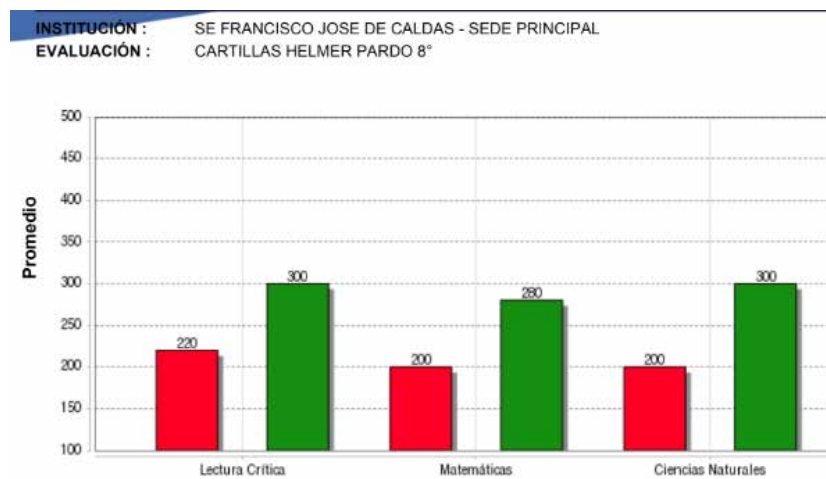


Fig 5. Estudiantes del grado octavo grupo control

IV. CONCLUSIONES

Los estudiantes que presentan algún tipo de discapacidad sean motora o intelectual, se familiarizan más fácil con las herramientas tecnológicas, se integran y aprenden más rápido, logrando a partir de adaptaciones curriculares una mayor inclusión.

El uso de mapas conceptuales ayuda al estudiante a diferenciar entre conceptos y conectores, mejorar sus destrezas en el uso de “proposiciones” o “afirmaciones” y al leer los contenidos de química extrae los conceptos que son esenciales en cada actividad propuesta, desarrolla esquemas de contenidos susceptibles de ser usados posteriormente en presentaciones o en evaluaciones, aprende a familiarizarse con una herramienta como CmapTools que permite la realización de mapas conceptuales dinámicos y el acceso simultáneo a mucha información a través de la red.

Los jóvenes necesitan que les impongan retos, por lo tanto, se deben buscar métodos de enseñanza más eficientes que los modelos tradicionales; el constructivismo es una opción, ya que con la elaboración de las secuencias didácticas, el estudiante participa activamente desde el establecimiento del contrato didáctico, hasta la realización de las actividades en las cuales conocían de antemano los objetivos que se pretendían alcanzar.

El uso de las TIC, además, los motiva, ya que son herramientas que no solo les son útiles en el aprendizaje de una sola área, si no que les ayuda a adquirir competencias para la vida y el adecuado uso de la información.

De igual manera, los laboratorios virtuales resultan ser, en algunos casos, mucho más eficientes que los reales, sobre todo porque economizan tiempo y recursos, aunque se recomienda no sustituir del todo las prácticas, debido a que el estudiante también debe manipular algunos elementos, enfrentarse a ciertas situaciones, observar directamente fenómenos que son sencillos y a la vez replicables.

Se puede decir que se cumplieron los objetivos propuestos al incrementar considerablemente los niveles de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, en los estudiantes de la Institución Educativa Francisco José de Caldas.

Esta competencia es fundamental, para aprender a solucionar problemas, comprender la información de tipo científico, mejorar sus procesos de argumentación y comunicación de la información, evaluar continuamente el aprendizaje y reflexionar sobre él, empleando la metacognición.

REFERENCIAS

Pontes P, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Vol 2 (1), pp. 2-18.

Sisovic, D. y Bojovic, S. "On the use of Concept Maps at different stages of Chemistry *Teaching*". Chemistry Education: Reserch and Practice in Europe. 2000, v1 n1, pp. 135-144.

Piaget, J. (1970). La evolución intelectual entre la adolescencia y la edad adulta. Lecturas de Psicología del niño. Madrid: Alianza (pp. 208-213)

Limón, M. & Carretero, M. (1995). Aspectos evolutivos y cognitivos. Monográfico sobre la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Cuadernos de Pedagogía, 238, pp. 39-41.

Camejo, A (2006); "La epistemología constructivista en el contexto de la post-modernidad" "Constructivist epistemology in the context of post-modernity" Publicación electrónica de la Universidad Complutense ISSN 1578-6730


Vilá i Santasusana, M; Ballesteros, C; Castellá, M; Cros, A; Grau, M y Palou J. (2005). El discurso oral formal. Barcelona: GRAÓ (p122).

Garcia B y Fortea B (2006). Ficha metodológica coordinada por Universitat Jaume I. Recuperado de http://msuarez.webs.uvigo.es/WEB_Deseno_Material_5b.pdf

Marqués, G. (2000). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. DIM (Didáctica y Multimedia). Recuperado de <http://dewey.uab.es/pmarques/dim/>



Sandra Liliana González Chica, nació en Santa Rosa de Cabal Risaralda, se graduó como Licenciada en Biología y Química de la Universidad de Caldas en el 2001, posteriormente se graduó como especialista en Biología Molecular y Biotecnología en la Universidad Tecnológica de Pereira en el 2010, es Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional sede Manizales, título obtenido en el año 2017. Se ha desempeñado como docente universitaria en las áreas de Bioquímica y Biotecnología vegetal y como docente del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, en básica secundaria y media técnica, en donde se ha destacado por la realización de diversos proyectos de investigación que han sido socializados en eventos regionales, nacionales e internacionales.



EL ABPY, ESTRATEGIA METODOLÓGICA QUE POSIBILITA LA ENSEÑANZA EL CONCEPTO DE ENERGÍA¹

The PBL, methodological strategy that enables
teaching the concept of energy

Martínez-Salcedo, Diana Paola²

-
- 1 Este artículo es resultado de la tesis doctoral titulada *Comprensión del concepto de energía desde el aprendizaje significativo crítico en estudiantes de básica secundaria* de la Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, realizada entre marzo 2016 y julio 2018.
- 2 Docente de cátedra en la Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Docente adscrita a la Secretaría de Educación de Medellín. ID: <http://orcid.org/0000-0003-4946-5012> Correo electrónico: dianap.martinez@udea.edu.co.

Resumen

El presente artículo estuvo orientado en comprender el concepto de energía, mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos y fundamentada en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico; realizada en la Institución Educativa Héctor Rogelio Montoya del Municipio de Medellín, Colombia, con estudiantes del grado séptimo. Este estudio fue fundamentado bajo el paradigma interpretativo y utilizó una metodología cualitativa enfocada desde el estudio de caso colectivo. Los resultados mostraron que los estudiantes alcanzaron una visión más crítica y reflexiva en relación con el aprendizaje del concepto de energía; logrando un progreso significativo en la adquisición de habilidades del siglo XXI, destrezas e integración de conocimientos teóricos y prácticos. Se encontró que la implementación de la estrategia metodológica ABP en la enseñanza transdisciplinar es altamente pertinente para propiciar un aprendizaje significativo de conceptos, generando participación activa de los estudiantes, así como para favorecer la relación con su contexto cercano.

Palabras clave

Aprendizaje basado en proyectos, concepto de energía, aprendizaje significativo crítico, Mit app inventor.

Abstract

The present article was oriented to understand the concept of energy, through a Project-Based Methodology (PBM) based on the Theory of Critical Meaningful Learning, carried out at Héctor Rogelio Montoya School in Medellín, Colombia, with seventh grade students. This study was based on the interpretative paradigm and a qualitative methodology focused on a collective case study. The results showed that the students obtained a more critical and reflexive vision concerning the energy concept learning, achieving significant progress in the acquisition of 21st century skills, abilities and integration of theoretical and practical knowledge. It was found that the implementation of the PBM methodological strategy in transdisciplinary teaching is highly relevant to promote a meaningful learning of concepts, generating students' active participation, as well as to favor their relationship with their close context.

Keywords

Project-based learning, energy concept, critical meaningful learning, Mit app inventor

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales se ha ido transformando en un campo de investigación que adquiere cada vez mayor relevancia, ya que ha empezado a tomar conciencia de que para enseñar esta disciplina, no es suficiente tener gran dominio de los contenidos o conceptos, si no que se debe fomentar conocimiento, habilidades y competencias, además de promover el desarrollo del pensamiento científico, crítico y reflexivo en la formación integral de los estudiantes.

Es evidente, que con mucha frecuencia el estudio de las ciencias es un espacio donde se acumulan datos e información de manera mecánica, a través de la enseñanza tradicional, donde el docente es el emisor o dador de la información y el estudiante es el que recibe la información y reproduce el mensaje transmitido por el docente (Kozak, 2003), ocasionando dificultades de interacción entre ellos, además, no permite la participación ni construcción de nuevos aprendizajes en los estudiantes.

Esto significa que se debe abrir una nueva ventana al mundo para interpretar cómo funciona el entorno, implementando estrategias que impliquen una reestructuración del currículo, tratando de acercar a los estudiantes a un aprendizaje significativo crítico, generando acuerdos, modos de organización y prácticas que involucren a todos los actores de la comunidad educativa.

Con referencia a lo anterior, se pretende generar estrategias a partir de tendencias globalizadas, como por ejemplo el enfoque de la enseñanza de las ciencias basado en problemas actuales, en los que la ciencia y la tecnología estén implicadas y que posean altas dosis de controversia y de interdisciplinaridad. (España y Prieto, 2009 y 2010, citados por Martín y Prieto 2013).

Por lo tanto, el propósito de esta investigación fue comprender el concepto de energía, mediante el uso de la estrategia metodológica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) y fundamentada en la teoría del aprendizaje significativo crítico, en los estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa Héctor Rogelio Montoya del Municipio de Medellín, su importancia radicó en formar individuos con conocimiento científico, que logren tomar sus propias decisiones o resolver problemas de su entorno, con el fin de mejorar las condiciones de vida individual y colectiva.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Esta investigación, siguió la ruta del paradigma interpretativo, el cual permite estudiar la problemática de una manera cercana a la realidad. Se utilizó la metodología cualitativa enfocada en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

Se seleccionó el estudio de caso colectivo de (Stake, 1998), donde se propone investigar la contribución de la estrategia metodológica del ABPy, enfocado en el aprendizaje significativo crítico del concepto de energía.

Los informantes clave para esta investigación fueron 2 grupos de grado séptimo cada uno conformados con 35 estudiantes aproximadamente, con edades entre los 12 y 15 años.

Para esta investigación, se realizó una propuesta didáctica basada en el ABPy, con el diseño de un proyecto orientado por los estándares de oro propuestos por el BIE (figura 1), denominado la “Energía que mueve a Palmitas”, el cual fue desarrollado en 10 semanas y en tres momentos (Lanzamiento, ejecución y cierre), los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron encuestas, entrevistas, instrumento de indagación de ideas previas y final, bitácoras y aplicaciones realizadas por los estudiantes; el análisis y la interpretación de los datos se realizó con el software atlas.ti.



Figura 1. Estándares para el ABPy. Fuente

Las actividades fueron enfocadas en la relación del ciclismo con el concepto de energía. De esta forma, se logró una transversalización en la física, química y biología. Se abordaron contenidos como: nutrición, movimiento, digestión, gasto energético, fuerza y calor. Además, se favorecieron seis de los principios de la teoría de aprendizaje significativo crítico (*Principio del conocimiento previo, principio de la interacción social y del cuestionamiento, principio de la no centralización en el libro de texto, principio del aprendiz como perceptor/representador, principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza y Principio del abandono de la narrativa*) con el propósito de promover habilidades y competencias del siglo XXI en los estudiantes.

El primer momento, se inició con la aplicación de una encuesta denominada “talentos y pasiones”, se conformaron los grupos, se firmó un contrato y se asignaron roles (Diseñador, Programador, Secretario y Vocero), para el ABPy el trabajo en equipo implica dejar de lado la enseñanza mecánica y memorística para enfocarla hacia metodologías de trabajo activo, planteando actividades como retos, estos planteamientos se corroboran con autores como Langbeheim (2015) y Ausín, Abella, Delgado, Hortigüela (2016), quienes manifiestan que el trabajo por proyectos permite el interés y la motivación de los estudiantes articulando esfuerzos propios y con los demás compañeros para mejorar la comprensión del contenido científico.

En la primera fase del proyecto y en coherencia con el referente teórico abordado, se identificaron las ideas previas acerca del concepto de energía, para ello, se utilizó un instrumento que consistía en la presentación de un caso del giro de Italia y en la formulación de preguntas.

A partir del análisis del instrumento, se logró identificar que la mayoría de los estudiantes relacionan sus respuestas con la fuerza física: mencionaban el esfuerzo que debe hacer el ciclista para ganar la etapa. También se encontró que algunos no diferencian el concepto físico de trabajo de lo que supone realizar un determinado esfuerzo físico. Esta misma dificultad es mencionada en los trabajos de autores como Bañas et al. (2003), Doménech et al. (2003). En concreto, Pontes (2000), Solbes y Tarín (1998) que señalan que muchos alumnos de secundaria asocian la energía con la fuerza, el movimiento, el vigor o el esfuerzo físico.

Otra de las dificultades encontradas fue la de reconocer la importancia de la alimentación en un proceso deportivo. Los estudiantes tienden a confundir la energía que se pierde con la pérdida de la forma física del cuerpo, falta reconocer que los elementos necesarios en la nutrición del deportista son los carbohidratos, las proteínas y lípidos, entre otros.

En relación con la categoría ¿qué es la energía?, se pudo identificar que los estudiantes asocian este concepto a la vitalidad, a la fuerza, al movimiento, a la emoción y a la salud. Igualmente, se observan algunas dificultades en la relación que hacen de la energía con el concepto de “fuerza”. Así, “...nos puede hacer más fuerte”, “...capacidad para fortalecer el cuerpo...”. Además, no se establece una clara diferenciación cuando relacionan energía con salud. (Gráfico 1)

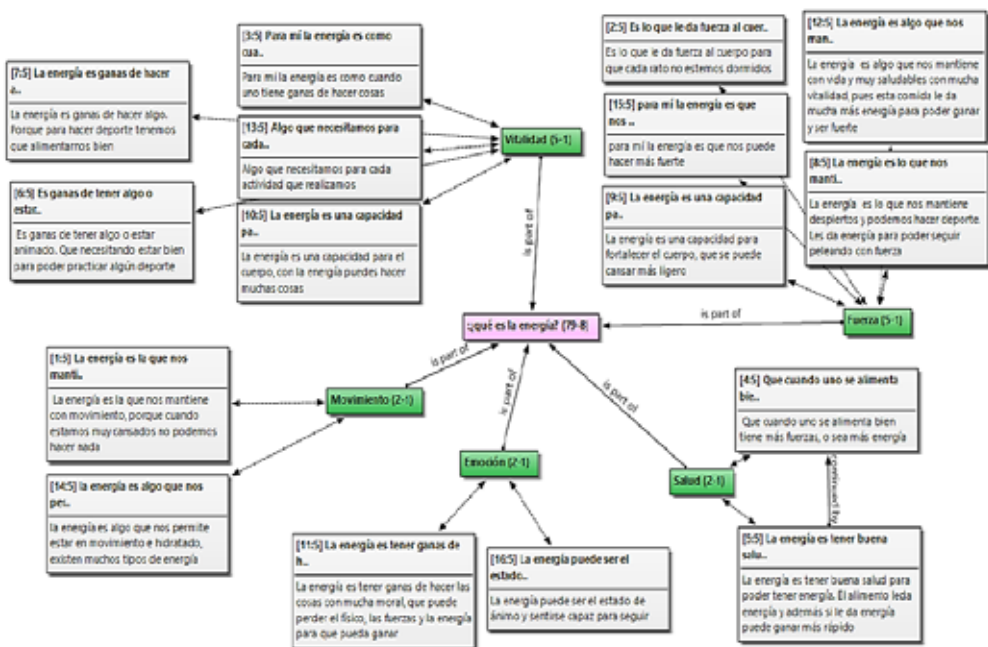


Gráfico 1. Análisis de la pregunta ¿Explica con tus palabras que es energía?
Cuestionario de indagación de ideas previas

También, confunden energía con movimiento, pues no logran diferenciar la energía cinética de la potencial. De acuerdo con estos razonamientos, estas mismas dificultades son encontradas por autores como Domínguez y Stipcich (2010), los cuales mencionan concepciones alternativas del concepto de energía,

ya sea porque se considera como una fuerza o como una forma de trabajo, o porque se asocia con el movimiento.

En el momento II se trabajó la evaluación formativa por medio de auto, co y heteroevaluación, además, se realizó una contextualización del tema y realizaron un rastreo de aplicaciones en play store, para así, tomar ideas y desarrollar su aplicación, teniendo en cuenta a quien va dirigida, los objetivos y el alcance de esta.

Para el momento III, se realizó la “Maquetación” (Figura 2), donde los estudiantes diagramaron como iban a realizar la aplicación en el programa Mit App inventor.

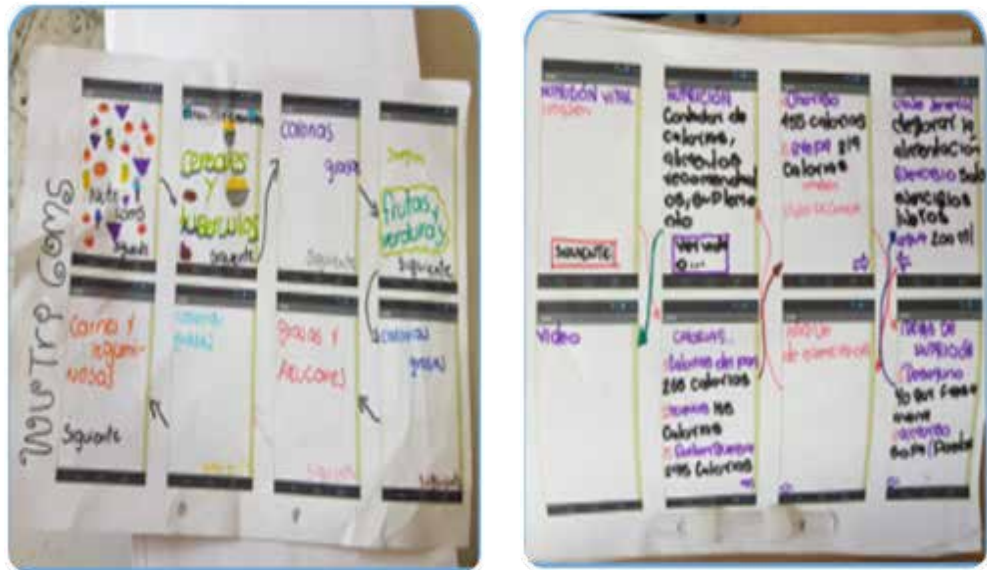


Figura 2. Maquetación realizada por los estudiantes

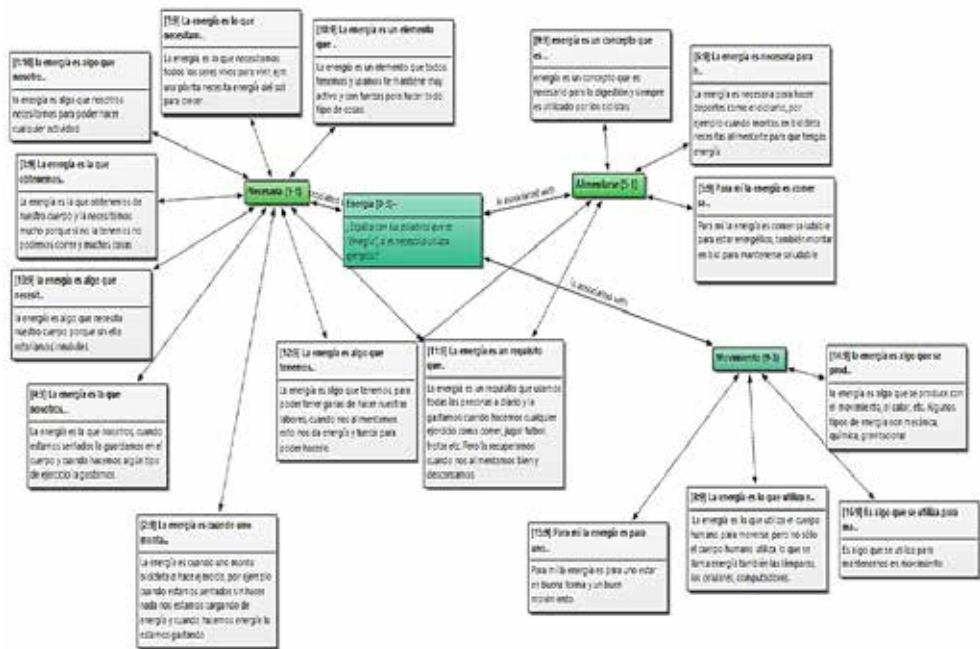


Gráfico 2. Análisis de la pregunta ¿Explica con tus palabras que es energía? Cuestionario final

Por último, se aplicó individualmente a los estudiantes un cuestionario final denominado “La energía que mueve a Palmitas,” a partir de preguntas, con el fin de corroborar si ellos aprendieron significativamente.

Con respecto a la pregunta ¿Explica con tus palabras que es “Energía”, si es necesario utiliza ejemplos?, se encontró que la mayoría de los estudiantes, mencionaron que la energía es necesaria para realizar las actividades diarias, que se encuentra en el cuerpo y que está, se puede generar a partir de una buena alimentación, otros mencionan los tipos de energía y dan ejemplos relacionados con algunas de ellas (Gráfico 2).

Así mismo, al realizar un contraste de ésta pregunta realizada en el instrumento de indagación de ideas previas, se evidencia un gran avance del aprendizaje del concepto, las respuestas de los estudiantes son más fundamentadas y estructuradas que las primeras, como se muestra en el gráfico 2.

Con respecto a la pregunta *¿Explica el proceso que ocurre cuando un ciclista ingiere un bocadillo en una carrera de ciclismo?*, se evidenció que muchos estudiantes relacionan esto con un proceso químico realizado en el sistema digestivo para generar energía en el cuerpo, algunos de ellos relacionaron este proceso con el movimiento (energía mecánica), y otros con la causar enfermedad al ciclista, esta última pregunta evidencia que los estudiantes reconocen los procesos químicos realizados en el sistema digestivo, además, del paso de los nutrientes obtenidos al sistema circulatorio.

En relación con este último, es importante resaltar diferentes autores (Dreyfus, Geller, Gouvea, Sawtelle, Turpen y Redish, (2014), Poggi, Miceli, y Testa, (2017)), quienes manifiestan la interdisciplinariedad en las ciencias naturales dentro de la biología, la química y la física y con otras áreas del conocimiento, además han contribuido en ampliar, dinamizar y enriquecer los procesos de enseñanza mediante la metodología para la comprensión del concepto de energía basado en el aprendizaje por proyectos en estudiantes de básica secundaria.

Asimismo, desde el punto de vista social representa un aporte dirigido a la optimización de la educación, y en consecuencia a los actores sociales inmersos en el escenario de la educación, protagonistas de las actividades inherentes al proceso de enseñanza y aprendizaje en las ciencias naturales.

La última fase de la estrategia metodológica ABPy es el producto final presentado por los estudiantes, donde se evidencia el proceso y las habilidades adquiridas por ellos, estas tienen gran importancia dentro del trabajo por proyectos, debido a que estimularon la resolución de problemas o situaciones reales, promoviendo la motivación, la discusión y la investigación en los estudiantes, permitiendo con esto reforzar valores, usar diversos recursos y relacionarlo con el entorno. (Figura 3)



Figura 3. Socialización del producto final

Con referencia a lo anterior, se evidenció que con el desarrollo del proyecto los estudiantes desarrollaron competencias y habilidades como por ejemplo, la habilidad de investigar, donde los estudiantes realizaron una investigación continua, escogiendo la línea en la cual iban a realizar su aplicación, además de las presentaciones en power point para explicar la relación del concepto de energía con el ciclismo; la creatividad al realizar las aplicaciones en la Mit app y lo más importante fortalecer el trabajo colaborativo, con el aporte de ideas y consensos. En este mismo sentido, esto se corrobora con lo planteado por Imaz (2015), el trabajo por proyectos permite la creación de grupos entre estudiantes para investigar y proponer soluciones, trabajando habilidades que necesitarán para su vida.

III. CONCLUSIONES

Cabe resaltar que los resultados mostraron que los estudiantes alcanzaron una visión más crítica y reflexiva en relación con el aprendizaje del concepto de energía; logrando un progreso significativo en la adquisición de habilidades del siglo XXI, destrezas e integración de conocimientos teóricos y prácticos.

Se encontró que la implementación de la estrategia metodológica ABPy en la enseñanza transdisciplinar, es altamente pertinente para propiciar un aprendizaje significativo de conceptos, generando participación activa de los estudiantes, así como para favorecer la relación con su contexto cercano. Sin embargo, durante el trabajo por proyectos, los estudiantes manifestaron algunas dificultades en el trabajo en equipo, como llegar a un consenso o ponerse de acuerdo en ideas u opiniones.

El proyecto, permitió a los estudiantes adquirir habilidades, destrezas e integrar conocimientos teóricos y prácticos relacionados con la utilización de las TIC como medio para la creación de una aplicación en el software *MIT App Inventor*. Esto permitió en los estudiantes generar competencias como la autonomía, el trabajo en grupo, la confianza en sí mismos y la motivación. Es destacable, además, que la elaboración de las aplicaciones realizadas por los estudiantes se hizo en cada grupo. Así, en esta actividad crítica y reflexiva, ellos adquirieron una mejor comprensión del concepto de energía relacionado en la física, la química y la biología.

REFERENCIAS


- [1] Ausín, V., Abella, V., Delgado, V., & Hortigüela, D. Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC: Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias. *Formación universitaria*, 9(3), 31-38. 2016
- [2] Bañas S. C., Mellado J. V., Ruiz M. C. Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. *Campo Abierto*, 24, 99-126. 2003.
- [3] Doménech, J. L.; Gil, P., D.; Gras, A.; Guisasaola, G.; Martínez, J.; Salinas, J.; Trumper, R. y Valdés, P. La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20 (3), pp. 285-310. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.
- [4] Domínguez, Z., y Pérez, N. Tendencias históricas de la educación energética en la formación de profesionales de la educación en Cuba: implicaciones para el colectivo pedagógico. SIMPOSIO I: Década de la educación para el desarrollo sostenible- Importancia de la educación científica para la cultura energética y medioambiental (pp. 1-14). 2010.
- [5] Dreyfus B., Geller B., Gouvea J., Sawtelle V., Turpen C. and Redish E. Ontological metaphors for negative energy in an interdisciplinary context. *Physics Education Research*, 10(020108). 2014.
- [6] Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. Metodología de la Investigación. Volumen 5. Parte 1. Editorial McGraw-Hill. México. 6ta edición. 2014.
- [7] Kozak, D. Innovación pedagógica en la Educación Superior y nuevas tecnologías: entre hacer “más de lo mismo” o innovar de verdad. Universidad de Belgrano. Ciudad Autónoma Buenos Aires, Argentina. 2003.
- [8] Langbeheim, E. A project-based course on Newton’s laws for talented junior high-school students. *Physics Education*, 50(4), 410–415. 2015.
- [9] Larmer, J., and Mergendoller, J. Why We Changed Our Model of the “8 Essential Elements of PBL”. Buck Institute for Education. 2015.
- [10] Martín, C., Prieto, T. and Jiménez, M. Algunas creencias del profesorado de ciencias en formación sobre la enseñanza de la problemática de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(Número Extraordinario), pp.649-663. 2013.
- [11] Poggi, V., Miceli, C. and Testa, I. Teaching energy using an integrated science approach. *Physics Education*, 52, pp.1-9. 2017

- [12] Pontes, P. Aprendizaje reflexivo y enseñanza de la energía: una propuesta metodológica. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 25, pp. 80-94. Barcelona. 2000.
- [13] Stake, R.E. Investigación con estudio de casos. Madrid: Eds. Morata S. L. 1998

Biografía. Autor 1: Diana Paola Martínez Salcedo

Doctora en Ciencias de la Educación, de la Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional, sede Medellín, Licenciada en Biología y Educación Ambiental, de la Universidad del Quindío. Docente de cátedra. Facultad de educación. Universidad de Antioquia. Docente adscrita a la Secretaria de Educación del municipio de Medellín.

Áreas de investigación: Educación y Ciencia



ANÁLISIS DE ESPECTROS DE DIFERENTES FUENTES DE LUZ HACIENDO USO DEL SOFTWARE TRACKER¹

Analysis of spectra from different
light sources using the Tracker software

*Montes-Zapata, Ernesto², Ramírez-Agudelo, Óscar Andrés³
y Gómez-Hermida, Mónica María⁴*

-
- 1 Trabajo resultado del colectivo docente de V semestre del programa de ingeniería de sistemas y telecomunicaciones de 2018-2
 - 2 Universidad Católica de Pereira; Ernesto.montes@ucp.edu.co.
 - 3 Universidad Católica de Pereira; oscar.ramirez@ucp.edu.co.
 - 4 Universidad Católica de Pereira; código ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5953-5198>.
Contacto: monica.gomez@ucp.edu.co.

Resumen

El colectivo docente es la estrategia pedagógica de la Universidad Católica de Pereira (UCP) que busca facilitar el diálogo y el aprendizaje de los saberes y actores que reúne un núcleo determinado de formación con el fin de procurar la solución de un problema desde diferentes puntos de vista. El colectivo docente desarrollado en el segundo semestre del 2018 en el programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones (IST) planteó la interacción de las asignaturas Física III, Metodología de la programación IV, Teoría de la información, Análisis y Diseño de Circuitos Eléctricos y Ecuaciones Diferenciales en torno a definir el papel de un ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones en temáticas relacionadas con la Astronomía. En este documento se describe el resultado de dos estudiantes que eligieron la temática espectrometría y desarrollaron un experimento usando el software Tracker con el fin de acercarse conceptualmente al tema y encaminarse a la investigación formativa.

Palabras clave

Estrategia Pedagógica, Espectrometría, Tracker.

Abstract— Intructions

The Teaching collective is the pedagogical strategy of the Catholic University of Pereira (CUP) that seeks to facilitate dialogue and learning of the knowledge and actors that brings together a specific training nucleus in order to try to solve a problem from different points of view. The Teaching collective developed in the 2018-2 in the Systems and Telecommunications Engineering (IST) program proposed the interaction of the subjects Physics III, Methodology of programming IV, Information theory, Analysis and Design of Electrical Circuits and Equations Differentials around defining the role of a Systems and Telecommunications engineer in topics related to Astronomy. This document describes the result of two students who chose the thematic spectrometry and developed an experiment using Tracker software in order to approach the topic conceptually.

Keywords

Pedagogical Strategy, Spectrometry, Tracker.

I. INTRODUCCIÓN

El colectivo docente es una estrategia institucional de la UCP que busca la integración de las funciones sustantivas de la universidad en pro de la reflexión de la práctica pedagógica. El objetivo del colectivo docente es generar un espacio de desarrollo académico común, entre docentes y estudiantes, donde se promueva la apropiación e integración de diferentes saberes en torno a una pregunta problematizadora [1]

Esta estrategia pretende aportar al crecimiento académico del estudiante mostrando desde la fase inicial de sus estudios el vínculo de las diferentes asignaturas de su semestre de formación, además se orienta a partir de los criterios académicos del Proyecto Educativo Institucional y la Propuesta Pedagógica, asentado en los principios y valores pedagógicos de “apoyo a la formación humana, ética y profesional” [2].

En el caso particular de la Ingeniería el colectivo docente busca que el estudiante tome protagonismo en el proceso de la enseñanza-aprendizaje y desarrolle un papel activo, con el objetivo de mejorar habilidades como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la innovación; logrando con esto el desarrollo de las inteligencias múltiples y el aprendizaje para la vida.

En el colectivo docente del 2018-2 del V semestre de IST se propuso la reflexión en torno al papel de un Ingeniero de sistemas y telecomunicaciones en temáticas relacionadas con la astronomía, este tema se escogió ya que en ese semestre se realizó un evento académico en la institución denominado “el eje mira a las estrellas” [3].

En este contexto se propuso a los estudiantes conformar grupos y escoger una de las temáticas a tratar en el evento académico. Este documento recoge la experiencia de uno de los grupos conformado por los estudiantes Oscar Andrés Ramírez Agudelo y Ernesto Montes Zapata, quienes trabajaron el tema de espectroscopia.

II. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Una vez se comunicó a los estudiantes el tema de trabajo del colectivo docente, se propusieron cuatro fases de desarrollo, las cuales se describen en la tabla No.1

Tabla No.1: Descripción de las fases del colectivo

FASE	DESCRIPCIÓN
1	Revisión bibliográfica y definición de objetivos
2	Construcción de una fundamentación teórica
3	Propuesta de experimento y resultados
4	Construcción de un informe escrito tipo artículo y sustentación oral.

La primera fase consistió en una revisión bibliográfica del tema que permitiera al grupo trazarse unos objetivos a alcanzar con su trabajo de colectivo, la segunda fase radicó en la construcción de una fundamentación teórica sobre la temática escogida, en la tercera fase los grupos definieron la forma como iban a abordar el tema y la última fase consistió en la escritura de un informe escrito tipo artículo.

III. RUSULTADOS Y DISCUSION

En su propuesta los estudiantes se plantearon los siguientes objetivos:

1. Revisar las características físicas de la espectrometría.
2. Analizar desde un aspecto matemático el funcionamiento de la espectrometría.
3. Reproducir cualitativamente los resultados de espectros de diferentes fuentes de luz y compararlos con la literatura encontrada.

Para cumplir estos objetivos los estudiantes realizaron una revisión teórica que les permitió conocer los aspectos físicos y matemáticos involucrados en el tema, así como los diferentes tipos de espectroscopia.

Estimulados por la temática, los estudiantes consideraron reproducir uno de los experimentos encontrados en la literatura. Para esto, realizaron un experimento sencillo, con el fin de observar cómo se obtiene el espectro de diferentes tipos luz y confirmar las características cualitativas del experimento realizado con los resultados reportados en [4]. Se analizaron tres espectros, el primero, de una bombilla de Tungsteno, el segundo, de una bombilla LED y el tercero de una bombilla ahorradora de energía. En el experimento se hizo uso de: Una cámara

fotográfica de un celular, un DVD, una lámpara fluorescente, una caja de cartón y el software Tracker.

El experimento se desarrolló de la siguiente manera:

Momento 1: se tomó un trozo del DVD y se le retiró la capa plateada con el fin de obtener una rejilla de difracción.

Momento 2: se ubicó la rejilla en frente del lente de la cámara.

Momento 3: se tomó la caja y se le realizó un pequeño agujero en la parte superior.

Momento 4: se encendió la lámpara (bombilla de tungsteno) y se tapó con la caja.

Momento 5: se apagó la luz de la habitación con el fin de observar la luz que sale por el orificio de la caja.

Momento 6: se tomó la foto del espectro de la luz con la cámara.

Momento 7: se hizo uso del software Tracker, herramienta gratuita de modelación y análisis de video, para constatar la composición del haz de luz [5].

Los resultados de los espectros obtenidos se muestran en la figura 1, 2 y 3

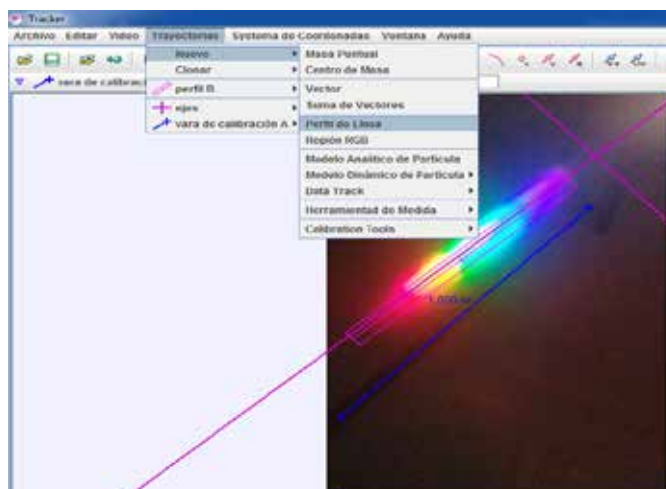


Figura 1. Imagen y calibración del espectro de la bombilla de tungsteno.

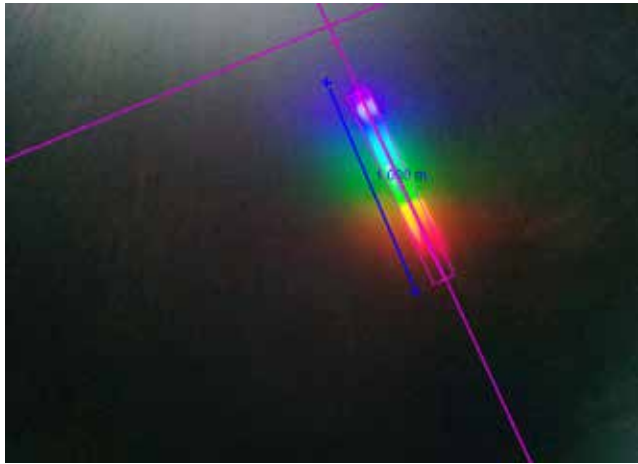


Figura 2. Imagen y calibración del espectro del bombillo led.

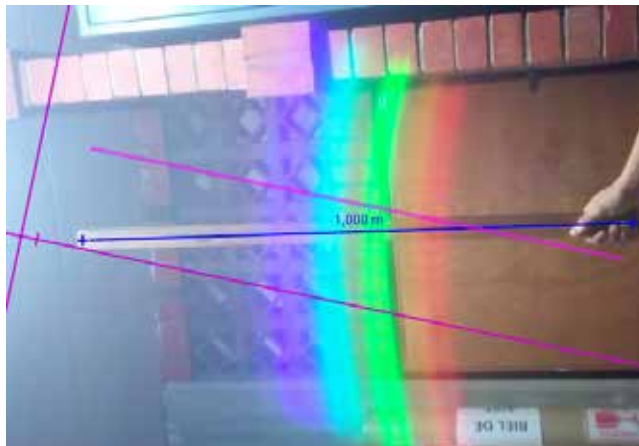


Figura 3. Imagen y calibración del espectro de una bombilla ahorradora.

Con la ayuda del software tracker fue posible determinar la curva de intensidad luminosa vs la distancia relacionada a cada espectro, los datos obtenidos en el experimento se presentan en la figura 4 y en la figura 5 se muestra el resultado reportado en [4].

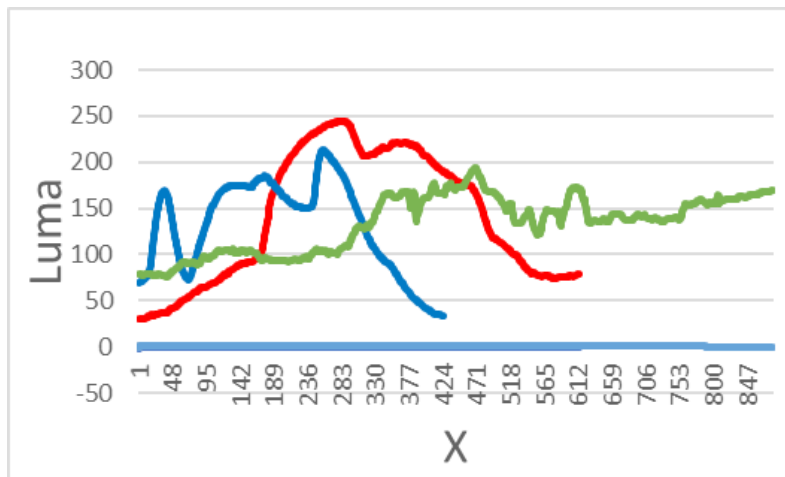


Figura 4. Comportamiento cualitativo de las tres muestras.
(rojo: bombilla tungsteno, verde: bombilla led, azul: bombilla ahorradora)

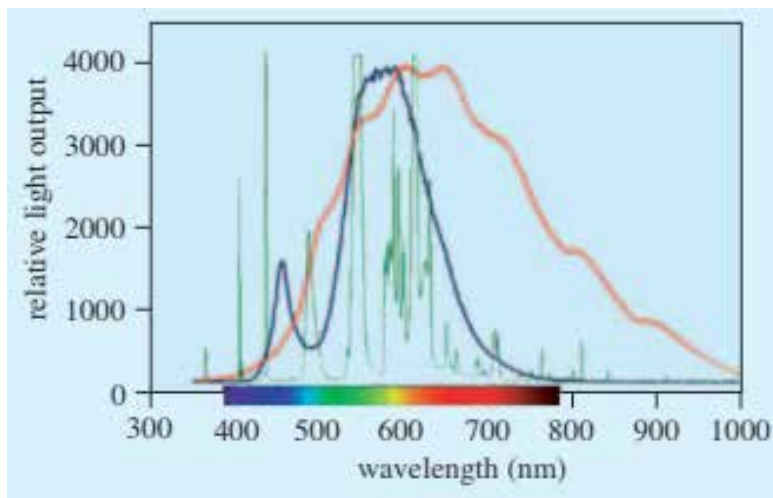


Figura 5. Comportamiento cualitativo
de las muestras tomadas por Frank Thompson [4]

En ambas figuras los colores de las gráficas corresponden a las mismas fuentes de luz, en estas dos figuras se logra apreciar que la forma espectral o comportamiento son similares, teniendo en cuenta, que a la hora de capturar los espectros había otras luces incidentes y que la comparación se realizó de manera cualitativa, ya que el experimento no permitió realizar la calibración para lograr convertir la

distancia en x en longitudes de onda, se propone esta calibración para trabajos posteriores.

IV. CONCLUSIONES

Esta propuesta de trabajo permitió a los estudiantes acercarse a temáticas que no hacen parte de su programa curricular y evaluar su papel como futuros ingenieros de sistemas y telecomunicaciones.

La libertad que se dio a los estudiantes sobre la forma como podían abordar las temáticas permitió evidenciar su creatividad y el uso y aplicación de herramientas que trabajaron en cursos anteriores.

Este tipo de actividades permiten al estudiante adentrarse en el camino de la investigación formativa.

REFERENCIAS

- [1] Comité de pedagogía Universidad Católica de Pereira, “EL COLECTIVO DE DOCENTES Y ESTUDIANTES EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA The,” *Rev. Páginas*, no. 89, pp. 5–18, 2011.
- [2] Comité de pedagogía Universidad Católica de Pereira, “Proyecto Educativo Institucional (PEI),” Pereira, 2003.
- [3] F. de C. B. e I. UCP, “2° Encuentro Internacional de Sistemas y Telecomunicaciones, denominado “EL EJE MIRA A LAS ESTRELLAS,” 2018. [Online]. Available: <https://www.ucp.edu.co/elejemiraestrellas/>. [Accessed: 12-Aug-2019].
- [4] F. Thompson, “Shedding a little light on illumination,” *Phys. Educ.*, vol. 47, no. 4, pp. 390–391, 2012.
- [5] “Tracker.” [Online]. Available: <https://physlets.org/tracker/>. [Accessed: 12-Aug-2019].

Biografía. Autor 2: Ernesto Montes Zapata


Estudiante de VII Semestre de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, integrante del semillero de Investigación “Entre Ciencia e Ingeniería”

Biografía. Autor 1: Oscar Andrés Ramírez Agudelo:

Estudiante de VII Semestre de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, integrante del semillero de Investigación “Entre Ciencia e Ingeniería”

Biografía. Autor 3: Monica Maria Gomez Hermida

Magister en Ciencias-Física. Docente del Departamento de ciencias Básicas de la Universidad Católica de Pereira.



APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACIÓN CASO DE ESTUDIO: OSCILACIONES Y ONDAS¹

Research Based Learning:
Oscillations and Waves

*Beleño Montagut, Ligia², Jiménez García, Francy Nelly³
y Cárdenas Montoya, Paulo César⁴*

1 El presente trabajo se encuentra enmarcado dentro del proyecto: Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de Física Básica con código E-89007. La entidad financiadora es la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

2 Universidad Autónoma de Bucaramanga; código ORCID:0000-0002-6958-6367. contacto: lbeleno@unab.edu.co.

3 Universidad Autónoma de Manizales, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales; código ORCID:0000-0003-1546-8426, contacto: francy@autonoma.edu.co.

4 Universidad Autónoma de Manizales; código ORCID: 0000-0002-7546-5916, contacto: pcardenasm@autonoma.edu.co.

Resumen

El presente artículo describe los resultados de aplicar estrategias conducentes al aprendizaje basado en investigación (ABI) con el propósito de generar en los alumnos mejores aptitudes de aprendizaje. De esta manera los estudiantes adquieren herramientas que les permiten no solo tener claros los conceptos del curso, sino además, consolidar las etapas de procesos de investigación que les ayuden a describir una situación problema, plantear objetivos, interpretar y socializar resultados. La articulación de la docencia e investigación ha permitido plantear una metodología diferente a otras previamente aplicadas, la cual puede ser mejorada y extendida a otras disciplinas, en la cual se fortalece el proceso de formación en investigación desde el aula. Para analizar el efecto de la estrategia ABI, se aplicó un test de entrada y un test de salida para el tema particular del movimiento oscilatorio a un grupo control y un grupo experimental de la asignatura Ondas y partículas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, a partir de lo cual se observaron mejoras en el grupo experimental con relación a pre-conceptos errados, evidenciando un efecto positivo después de la implementación de la estrategia.

Palabras clave

Aprendizaje Basado en Investigación, Aprendizaje Activo, Innovación en aula.

Abstract

This paper describes the results of applying classroom strategies that promotes research-based learning (RBL) with the aim that students gain a better aptitude towards learning. In this way students adquire tools that allow them not only to have clear concepts of the course, but also consolidate the stages of research processes that help them describe a problematic situation, set investigation objectives, interpret and socialize results. Articulation of teaching and research allowed to propose a methodology different from others previously applied, which can be improved and extended to other disciplines, in which a research processes is strengthening in the classroom. To analyse the incidence of the RBL strategy, a test was applied at the beginning, and at the end of the semester to a control an experimental group of students in the topic of oscillatory movement of the course Waves and particles of the Autonomous University of Bucaramanga. From the test analysis improvements were observed in the experimental group regarding to erroneous pre-concepts, showing a positive effect after the strategy implementation.

Keywords

Research Based Learning, Active Learning, Classroom Innovation.

I. INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) promueve un aprendizaje activo y busca fortalecer la formación de los estudiantes en la investigación [1]. Esta metodología permite al estudiante iniciarse en el método científico, desarrollar sus habilidades y capacidades en un tema de su interés profesional, de forma que su proceso de aprendizaje sea significativo [2], [3]. Durante el proceso el estudiante apropia los contenidos del curso y también desarrolla los pasos relevantes de un proceso de investigación formal mientras trabaja de manera colaborativa.

Se puede considerar que el ABI es una versión a escala de un proceso de investigación [4], de manera que el docente asume un rol de facilitador preparando cuidadosamente las intervenciones, métodos, herramientas, entregables y evaluaciones del curso.

Según [5]: “el desarrollo de competencias como el razonamiento y el pensamiento crítico, aplicando la investigación desde la actividad didáctica y pedagógica, vincularán al docente y al alumno en el análisis, reflexión y participación en la solución de problemas de su entorno social”. En este sentido, la propuesta que se presenta en este trabajo implementa diversas estrategias de aprendizaje activo [2] con la intención de fortalecer las habilidades de los estudiantes en la investigación, en temas relacionados con los diferentes contenidos del curso de ondas y partículas.

Con el propósito de conocer los conceptos previos que tenían los estudiantes en el tema de oscilaciones y ondas, se aplicó un test de entrada a un grupo experimental con el cual se implementó la estrategia ABI, y un grupo control que seguía el curso de manera tradicional. Después de implementar la estrategia se aplicó un test de salida en ambos grupos con el fin de conocer el cambio conceptual y nivel de apropiación del tema por parte de los estudiantes.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, un alcance descriptivo y un diseño cuasi-experimental. Se trabajó con un grupo control de 25 estudiantes y un grupo experimental de 23 que tomaban el curso de ondas y partículas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga durante el primer semestre de 2019. El grupo control estuvo constituido por estudiantes de 5 cursos orientados por

profesores diferentes y agrupados en el curso de laboratorio de física dirigido por un investigador de este proyecto. Es de anotar que en estos cursos se siguió una metodología tradicional. Los laboratorios que acompañan la teoría, para ambos grupos, siguen manuales y temáticas específicas del departamento de matemáticas y ciencias naturales y son orientados por profesores diferentes a los que presentan la teoría. Por otra parte, la teoría para el grupo experimental fue orientada por un investigador de este proyecto.

El test de movimiento oscilatorio aplicado fue diseñado en trabajos anteriores como insumo en el diseño de objetos de aprendizaje [6], el test consta de 16 preguntas: 8 cerradas y 8 abiertas, y pretende evaluar el uso del lenguaje científico en el caso de las preguntas abiertas.

La metodología ABI empleada con el grupo experimental se puede resumir en tres grandes etapas, las cuales evidencian algunos elementos relevantes del método científico, a continuación se describen las etapas del proceso:

Etapas I. Identificación del problema:

Cualquier investigación parte de la identificación de un problema. Con la finalidad de que los estudiantes propongan una pregunta de investigación, en esta etapa se desarrollaron actividades como ideación, lluvia de ideas, planteamiento de objetivos y justificación. Para ello se emplearon herramientas como mapas conceptuales, artículos científicos, y videos que guiaron a los estudiantes en la definición de la pregunta de investigación. Es importante mencionar que los estudiantes identifican un problema de acuerdo con sus intereses y en estrecha relación con las temáticas del curso.

Etapas II. Metodología y ejecución:

Después de identificar claramente el problema de investigación, los estudiantes plantean una estrategia metodológica de solución. Para implementar esta estrategia, los estudiantes deben alcanzar aprendizajes propios del curso. Los contenidos del curso se presentan por medio de aulas digitales, unidades didácticas, objetos de aprendizaje previamente diseñados [6,7], libro de texto, acompañamiento y asesoría permanente del profesor.

Etapa III: Presentación de resultados

Los resultados de los avances del proceso de investigación se presentan en diferentes momentos del semestre por medio de fichas de avance, socialización, artículo y presentación final. En este sentido se promueven competencias comunicativas.

III. RESULTADOS

En la figura 1 se presentan los resultados de la aplicación del test tanto a la entrada como a la salida para ambos grupos en el tema particular de oscilaciones considerando las preguntas cerradas. El test se aplicó en iguales condiciones, es decir la primera y última semana de clases, con un tiempo para responder la prueba de 1 hora. En este caso se reportan las preguntas cerradas del test, que corresponden a ocho preguntas de selección múltiple con única respuesta. El color azul y naranja representan el porcentaje de alumnos del grupo control que respondieron correctamente en el test de entrada y de salida respectivamente. Los colores celeste y rosado corresponden el porcentaje de alumnos del grupo experimental que respondieron correctamente en el test de entrada y de salida respectivamente.

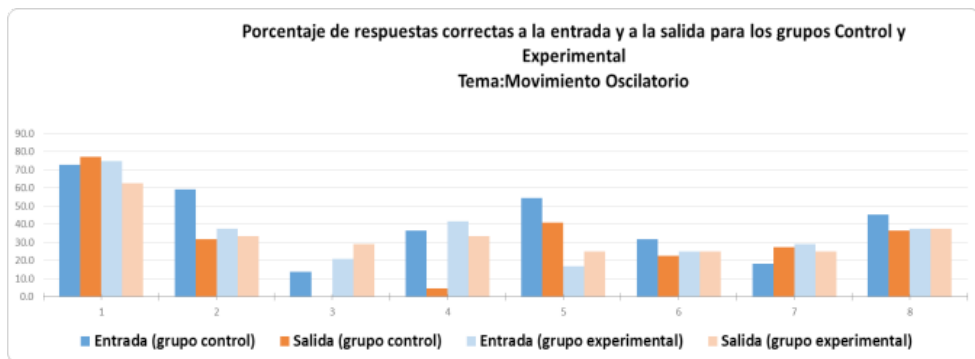


Figura 1. Respuesta del test a la entrada y a la salida para los grupos control y experimental.

Al comparar el estado de los grupos a la entrada se constata que el grupo experimental tenía mejores condiciones de entrada. En contraste, al comparar el estado de salida de los grupos se evidenció una desmejora marcada después de la instrucción en el grupo control; en cuanto al grupo experimental se puede ver

que se mantiene la tendencia aún después de la implementación del ABI, y en algunos casos se ve mejoras.

Siendo más específicos, se observa que a la entrada el grupo control supera al experimental en las preguntas (2,5,6,8), que corresponden a conceptos relacionados con la ley de Hooke, oscilaciones con fricción y energía en el MAS; mientras el experimental supera en porcentaje al grupo control en 4 de las respuestas correctas (1,3,4,7) relacionados con el concepto de MAS, análisis gráfico, características cinemáticas y energía en un movimiento amortiguado.

Se encontró que el porcentaje de acierto en el test de entrada para el grupo control fue de 40% y para el grupo experimental de 30,4%. En el test de salida, el 24% del grupo control respondió acertadamente, y en el grupo experimental un 43,5%. A a partir de lo anterior, se puede considerar la estrategia ABI aplicada en el grupo experimental permitió tener alguna influencia relevante en los resultados del segundo test; sin embargo para evidenciar estadísticamente que esta afirmación tiene validez es necesario realizar un diseño experimental más robusto.

Por otra parte, el 16% del grupo control respondió acertadamente en ambos test, un 8% pasó de respuesta incorrecta en el test de entrada a correcta en el test de salida y un 24% de respuesta correcta en el test de entrada a incorrecta en el test de salida. En el grupo experimental, el 21,7% respondió acertadamente en ambos test, el 21,7% conservó su respuesta inicial, un 21,7% cambió de respuesta incorrecta en el test de entrada a correcta en el test de salida y un 8,7% cambió de respuesta correcta en el test de entrada a incorrecta en el test de salida. Estos resultados dejan ver que hay mejores resultados en el aprendizaje de los alumnos que usaron la metodología ABI. En el cuadro 1 se resumen estos porcentajes para mayor claridad.

Grupo	Rta. Correcta-1	Rta. Correcta-2	se mantienen	mejoran	desmejoran
CONTROL	40,0	24,0	16,0	8,0	24,0
EXPER	30,4	43,5	21,7	21,7	8,7

Cuadro 1. Porcentajes de respuesta correcta en los grupos control y experimental

Es relevante destacar que dentro de las preguntas que se realizan a los estudiantes, debe existir una movilización de las respuestas que entregan tanto a la entrada como a la salida. El análisis de la movilidad también da claridad al comportamiento de los grupos comparando entrada y salida. En esa dirección a continuación se presenta el resultado de las preguntas 3 y 4 del test.

Al revisar la pregunta 3 en relación con la movilidad, se observa confusión en el análisis gráfico por parte del grupo control, el enunciado de la pregunta se presenta a continuación:

La figura 2, muestra cómo cambia la posición de una partícula de masa m que se mueve con un movimiento armónico simple en función del tiempo. Al respecto se puede afirmar que la partícula se está moviendo

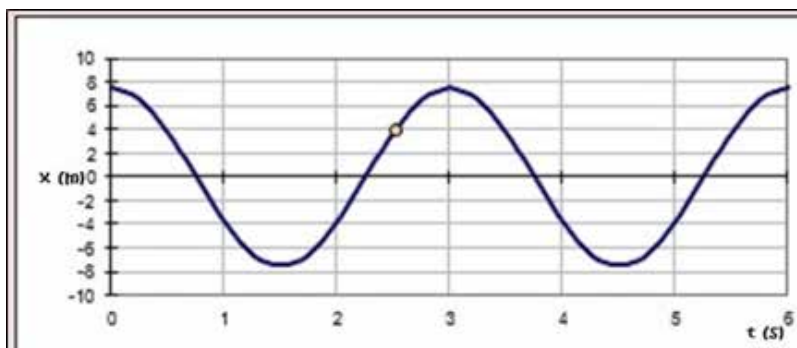


Figura 2. Posición de una partícula de masa m que se mueve con un movimiento armónico simple en función del tiempo.

- a lo largo del eje t .
- siguiendo la trayectoria sinusoidal descrita en la figura.
- en el plano $x - t$.
- a lo largo del eje x .

En la figura 3, se muestran las 4 opciones de respuesta a la pregunta anterior conservando el mismo código de colores de la figura 1. Se observa que el grupo control desmejoró en el sentido de que a la entrada había un porcentaje de

estudiantes que respondieron correctamente, mientras que a la salida el porcentaje de respuestas correctas del grupo control es cero. De otro lado, el grupo experimental muestra movilidad hacia la respuesta *a)* y en mayor porcentaje hacia la *d)* que es la correcta, esta movilidad en la respuesta también es clara al observar que los estudiantes de este grupo seleccionaron en alto porcentaje la respuesta *b)* a la entrada y esta elección disminuyó a la salida. Lo anterior evidencia mejoras en los conceptos adquiridos.

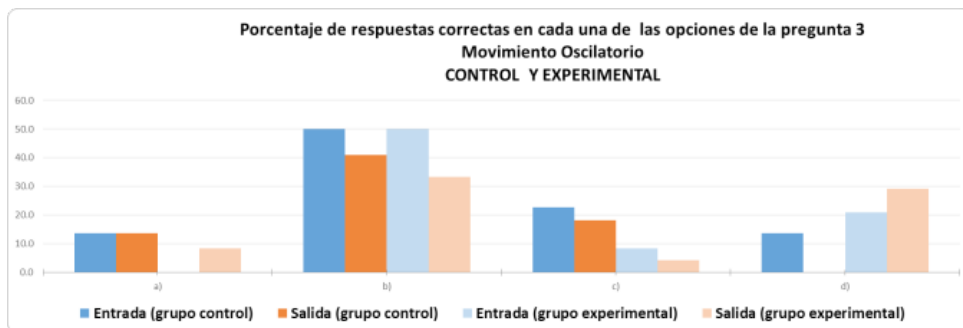


Figura 3. Resultados de las 4 opciones de respuesta a la pregunta 3 para el test de entrada y de salida de los grupos control y experimental.

Con relación a la pregunta 4:

En ausencia de fricción una partícula que realiza oscilaciones alrededor de cierta posición de equilibrio mantiene constante su:

- a) velocidad a lo largo de su trayectoria.*
- b) aceleración a lo largo de su trayectoria.*
- c) Velocidad y aceleración de las oscilaciones*
- d) período de las oscilaciones.*

La figura 4, muestra que los dos grupos disminuyeron en el acierto de la pregunta, y se observa que el grupo control desmejoró significativamente, y tiende hacia la respuesta *a)*. El grupo experimental permanece en sus opciones de respuesta *a)*, *b)* y *c)*, sigue en mayor porcentaje en la respuesta correcta *d)*.



Figura 4. Resultados de las 4 opciones de respuesta a la pregunta 4 para el test de entrada y de salida de los grupos control y experimental.

Finalmente, y en cuanto a la estrategia aplicada, los estudiantes del grupo experimental en una encuesta de indagación aplicada al final del curso, reportan que el 41,2% está *totalmente de acuerdo* en que el curso les permitió desarrollar competencias en investigación, y el 52,9% está *de acuerdo*. El trabajo de investigación realizado por los estudiantes durante el semestre posibilitó a los integrantes del curso indagar en torno a un tema de su interés siguiendo las etapas de la elaboración de una investigación.

IV. CONCLUSIONES

El grupo experimental supera en porcentaje las respuestas correctas respecto al grupo control en el test de salida respecto al test de entrada. Se evidencia que el grupo control presenta una desmejora a la salida, es decir después de la instrucción; en contraste el grupo experimental mantiene la tendencia, aunque con tendencia a mejorar después de la instrucción, lo cual es deseable en pro de la estrategia.

Las mejoras encontradas al aplicar la estrategia ABI en esta prueba piloto, indican que las estrategias aplicadas permiten que el alumno relacione los conceptos con situaciones de su entorno, y al participar de manera activa pueda identificar sus errores y mantener una postura de cuestionamiento acerca de las preguntas conceptuales.

De igual forma se constató que hay movilidad de los estudiantes al responder las preguntas con una mayor tendencia de movilización por parte del grupo experimental en relación con el grupo control.

REFERENCIAS

- [1] Vergara Ramírez, J.J. (2017). *Aprendo por que quiero. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso*. España. Biblioteca Innovación Educativa.
- [2] Tecnológico de Monterrey. Técnicas Didácticas, (2014). Obtenido de: <http://sitios.itesm.mx/va/diie/tecnicasdidacticas/1.htm>
- [3] Tecnológico de Monterrey. Qué es aprendizaje basado en investigación, (2014). Obtenidode:http://sitios.itesm.mx/va/diie/tecnicasdidacticas/7_1.htm
- [4] Friesen, S. Scott, D. *Inquiry Based Learning: A review of the Research Literature*. Prepared for the Alberta Ministry of Education (2013)
- [5] J.V. Espinel, et al. “Aprendizaje Basado en la Investigación: caso UNEMII / Research-based learning: case UNEMI”. *Ciencia Unemi*, [S.l.], v. 9, n. 21, p. 49-57, mayo 2017. ISSN 2528-7737. Disponible en: <<http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/284>>. [Fecha de acceso: 10 de Julio. 2019] doi:<http://dx.doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss21.2016pp49-57p>
- [6] F.N. García, et al. “Una experiencia didáctica en el diseño e implementación de objetos de aprendizaje para la enseñanza de la física”. *Revista Educación en Ingeniería*, [S.l.], v. 11, n. 22, p. 13-20, 2016. ISSN 1900-8260. Disponible en: <<https://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/632>>. [Fecha de acceso: 10 de Julio. 2019] doi:<http://dx.doi.org/10.26507/rei.v11n22.632>
- [7] F.N. García, L. Beleño. “Integración de las TIC en el curso de ondas y partículas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga”. *Scientia Et Technica* 2017, ISSN 0122-1701 [Fecha d acceso: 10 de Julio de 2019] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84953102013>. [Fecha d acceso: 10 de Julio de 2019]

Biografía. Autor 1: Ligia Beleño Montagut

L. Beleño-Montagut, es Física, MSc en Física y MSc en Ingeniería Ambiental de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. Docente desde 1992 en la Universidad Autónoma de Bucaramanga en la línea de física en los cursos teóricos y de laboratorio correspondientes a mecánica, electromagnetismo

y ondas y partículas. Profesora vinculada al grupo de investigación en ciencias aplicadas (GINCAP) de la UNAB, el cual lidera actualmente.

Áreas de investigación: Óptica física, procesamiento de imágenes, enseñanza de la física, medio ambiente.

Biografía. Autor 2: Francly Nelly Jiménez García


Es Ingeniera Química, MSc. en Ciencias Física y Dra. en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales y Esp. en Computación para la Docencia de la Universidad Antonio Nariño. Actualmente es docente titular en dedicación de cátedra de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales y docente titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Manizales (UAM). Es actualmente coordinadora del Departamento de Física y Matemáticas y líder del grupo de investigación en física y matemática con énfasis en la formación de ingenieros de la UAM.

Áreas de investigación: Didáctica de la física y la matemática, crecimiento y caracterización de materiales de ingeniería, energía solar.

Biografía. Autor 3: Paulo César Cárdenas Montoya

Posee doctorado en Física, otorgado por la Universidad Federal do ABC del estado de São Paulo en Brasil; Magíster en Física, de la Universidad de Antioquia; Ingeniero Físico, de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales; Especialista en Vocación Docente, de la Universidad Haaga-Helia de Finlandia. Actualmente se desempeña como profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Manizales y lidera el semillero Pi_Lab del departamento de Física y Matemáticas de la misma universidad.

Áreas de investigación: Sistemas cuánticos abiertos, computación e información cuántica, enseñanza de la física, innovación en educación.



VISUALIZACIÓN GRÁFICA CON GEOGEBRA EN EL APRENDIZAJE DE CÁLCULO¹

Graphical visualization with GeoGebra in the
calculation learning

*Clavijo Gañan, Egidio Esteban², Bedoya Sanchez, Juan Pablo³
Ramírez Machado, Elmer⁴*

1 Investigación: Evaluación De Una Metodología Basada En La Visualización Gráfica Para El Aprendizaje De Cálculo Integral Utilizando El Software Geogebra (Prueba Piloto: UPB), Universidad Pontificia Bolivariana, Código CIDI 817B-06/17-58.

2 Universidad Pontificia Bolivariana, Escuela de Ingeniería, Centro de Ciencias Básica; código ORCID: 0000-0001-9613-3227. egidio.clavijo@upb.edu.co

3 Universidad Pontificia Bolivariana. juanp.bedoyas@upb.edu.co

4 Universidad Pontificia Bolivariana, elmer.ramirez@upb.edu.co

Resumen:

Esta propuesta es el planteamiento de una metodología de trabajo que es una alternativa para la enseñanza y la motivación en el aprendizaje del cálculo integral mediante el uso del software GeoGebra, con modelos reales de aplicación, el objetivo de la investigación es mostrar la vinculación que existe entre la enseñanza del cálculo integral y la manipulación tanto gráfica como algebraica, utilizando GeoGebra para facilitar la interpretación de los objetos que se estudian enriqueciendo la simulación y la visualización del tema.

Se debe reconocer que la tecnología interactiva proporciona una nueva dimensión en el proceso enseñanza-aprendizaje, en particular para las matemáticas, ésta radica en la manera dinámica para abordar algunos de sus temas mediante el uso de modelos creados en computadora (Pastor, 1988), para los estudiantes, la tecnología es algo cotidiano y lo saca de la monotonía de lápiz-cuaderno, lo cual conlleva a plantear la pregunta sobre como abordan los estudiantes un problema para su solución?; es una pregunta que en los círculos docentes es tema de diario (Hitt, 1998).

Los investigadores en didáctica y procesos de enseñanza-aprendizaje, han avanzado en estas temáticas, pero no ha sido posible unificar criterios sobre estos procesos.

La visualización gráfica y las diferentes formas de representar un objeto son considerados como un fuerte soporte para la formación de conceptos y se puede considerar como un preludeo hacia la abstracción de conceptos y así permitir al estudiante formar varios modelos de una situación de aprendizaje (Sepúlveda, 2009).

Palabras clave

Enseñanza, Visualización, Mediador, Manipulador, Gráfica.

Abstract

This proposal is the approach of a work methodology that is an alternative for teaching and motivation in the learning of integral calculus through the use of GeoGebra software, with real application models, the objective of the research is to show the link that exists between the teaching of integral calculus and both graphic and algebraic manipulation, using GeoGebra to facilitate the interpretation of the objects studied enriching the simulation and visualization

of the subject It should be recognized that interactive technology provides a new dimension in the teaching-learning process, in particular for mathematics, it lies in the dynamic way to address some of its topics through the use of computer-created models (Pastor, 1988), For students, technology is a daily thing and takes it out of the monotony of pencil-notebook, which leads to raising the question of how students approach a problem for their solution ?; It is a question that in the teaching circles is a daily topic (Hitt, 1998).

Researchers in didactics and teaching-learning processes have advanced in these topics but it has not been possible to unify criteria on these processes.

The graphic visualization and the different ways of representing an object are considered as a strong support for the formation of concepts and can be considered as a prelude to the abstraction of concepts and thus allow the student to form several models of a learning situation (Sepulveda , 2009).

Keywords

Teaching, Visualization, Mediator, Manipulator, Graph

I. INTRODUCCIÓN

La Enseñanza y Aprendizaje del Cálculo mediada por un sistema de cómputo, es una investigación que parte de la relación con la adquisición de los conceptos matemáticos, considerados en los elementos de la propuesta teórica de Duval (1993, 1995), los cuales se centran en las representaciones semióticas definidas como “producciones constituidas por el empleo de signos que pertenecen a un sistema de representación”, el cual tiene sus propias restricciones de significados y de funcionamiento; por lo tanto, se puede considerar que las figuras de tipo matemático, un enunciado en lengua natural o una fórmula matemática, pertenecen a sistemas semióticos diferentes.

En los últimos años es indudable que las Tecnologías de la Información y la Comunicación han empezado a jugar un papel importante en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Particularmente con el uso de los computadores y software específico que están surgiendo en esta década como elementos que crean entornos de aprendizaje los cuales son útiles en la enseñanza de las matemáticas, sobre todo en los niveles de Básica Secundaria y Universitaria. se pretende tener respuesta a interrogantes como:

¿Qué potencialidades y dificultades aparecen con la introducción de GEOGEBRA como recurso didáctico en los cursos de Cálculo Integral?

¿Qué dificultades y errores se genera en los estudiantes en relación con el concepto de área asociado al concepto de Integral Definida?

¿Cuál es el nivel de comprensión que poseen los estudiantes del concepto de integral después de realizar el aprendizaje utilizando GEOGEBRA?

Estas preguntas materializan el problema que es objeto de este proyecto y su respuesta depende de la interpretación del hecho mediante un modelo teórico, abordado desde las teorías de la Didáctica de la Matemática convirtiéndolo así en un fenómeno didáctico.

Es probable que las preguntas que orientan el proyecto admitan distintas respuestas, según el punto de vista sobre el cual se pueda sostener el hecho didáctico, lo que conlleva a que los logros y las dificultades de los estudiantes puedan explicarse a partir de variables de distinto orden.

Los desempeños de los estudiantes no pueden ser comprendidos si no es por referencia al proceso de estudio en el que esos desempeños se manifiestan, aunque, obviamente, la sola referencia al proceso de estudio no agote el campo de explicaciones posibles.

Una de las dificultades más nefastas, según D'Amore (2012, p. 20), consiste en el hecho de que “el docente se convence a sí mismo y a sus estudiantes de que lo que están haciendo en el aula es buena matemática aunque no lo sea en absoluto” y de acuerdo con esto, el estudiante debe responder a situaciones determinadas por las condiciones a-didácticas que determinan una respuesta original y la organización de conocimientos específicos, y a la determinada por las condiciones didácticas que tienden a producir la respuesta esperada independiente de su modalidad de elaboración.

II. DESARROLLO

El principal objetivo de este trabajo es: “Utilizar Geogebra como un mediador didáctico en la enseñanza-aprendizaje de conceptos de Calculo”.

Se utiliza el software Geogebra para resolver de una forma dinámica problemas de aplicación del cálculo integral y poder presentarla al estudiante en su proceso, estas situaciones están enmarcadas los proceso de: Sumas de Reaman, área entre curvas, problemas de trabajo en llenado y vaciado de tanque de diferentes geometrías entre otros y poniéndolos a disposición de los diferentes docentes del área para que puedan ser utilizados y validados en los grupos donde se aplican.

Estos objetos son elaborados con la intervención de un grupo de estudiantes que hacen parte del semillero de matemáticas y los cuales tienen tiempo de dedicación para la elaboración de estos.

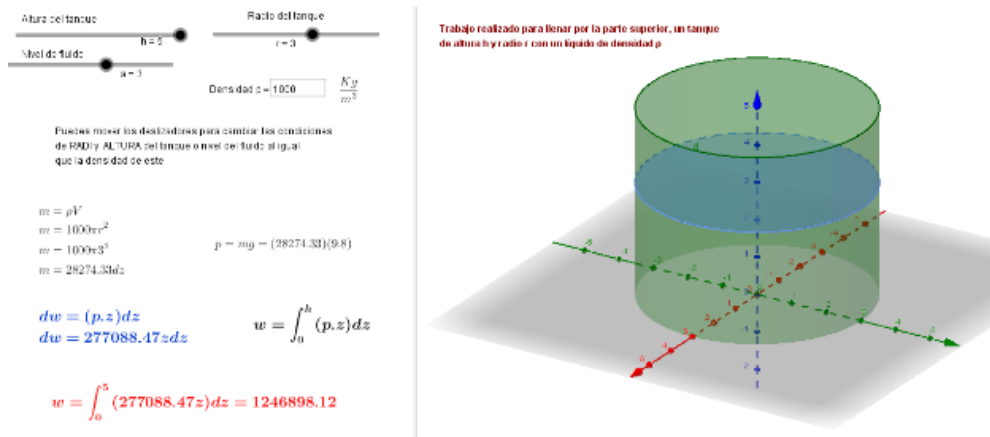


Fig 1. Modelo de Llenado de tanque

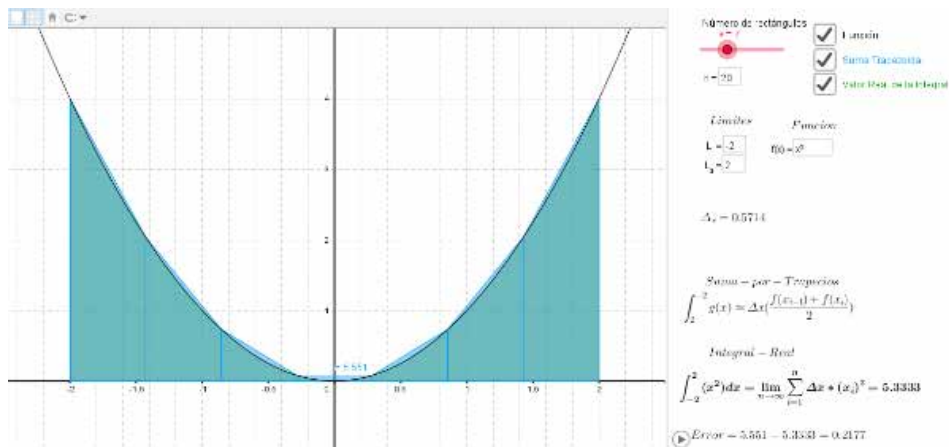


Fig. 2. Sumas de Riemann

Con estos modelos, los estudiantes asimilan de una manera agradable los conceptos, más aún si son ellos quienes realizan la construcción.

Con GeoGebra y la plataforma Moodle se realizó la vinculación para elaborar un texto que sea didáctico y sirva para un trabajo de cursos virtuales.

“Las TIC se consideran herramientas que: a) facilitan la realización de múltiples trabajos en la comunidad educativa: gestión de las instituciones, elaboración de

materiales didácticos específicos, como instrumentos de apoyo pedagógico, etc.; b) contribuyen para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, c) ofrecen nuevas posibilidades para la innovación educativa, para desarrollar nuevos entornos de aprendizaje virtual, sistemas de tele formación, que contribuyan a superar las limitaciones geográficas que imponen los sistemas educativos presenciales.” (Martínez & Benítez, 2011)

Se realizaron encuestas a una población tomada entre docentes y estudiantes de cálculo en 4 universidades del medio y de estas se pudo constatar que un alto porcentaje de maestros poco utilizaban la tecnología como un medio para dinamizar las prácticas docentes.

III. CONCLUSIONES

Dentro de la practicas que realizamos pudimos observar que los estudiantes tenían un mejor desempeño académico cuando se trabajaba con medios tecnológicos para la modelización y dinamización de las actividades propuestas en las clases. Las actividades han mostrado el potencial didáctico de uso de estos recursos tecnológicos y se plantea la ventaja considerable que adquiere el uso de estas herramientas en la solución de problemas lo cual lleva a contribuir de manera significativa al mejoramiento de la enseñanza matemática particularmente del cálculo integral.

REFERENCIAS

- [1] Duval, R. (1993). Registros de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Science Cognitives*. 5, 37-65.
- [2] D'Amore, B. (2012). Conceptualización, registros de representaciones semióticas y noética. Interacciones constructivistas en el aprendizaje de los conceptos matemáticos e hipótesis sobre algunos factores que inhiben la devolución. *Enseñanza de las Matemáticas, Enero-Diciembre 2009*(11), 150-164. Recuperado el 10 de Diciembre de 2013, de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/viewFile/419/648>
- [3] García, M., & Benítez, A. Competencias Matemáticas Desarrolladas en Ambientes Virtuales de Aprendizaje: el Caso de MOODLE. *Formación universitaria* , (2011)

- [4] Hit, F. Visualización Matemática, representaciones, nuevas tecnologías y currículo, revista Educación Matemática Vol. 10 No. 2, Grupo Editorial Iberoamérica (1998)
- [5] Pastor, M. D. C. La Pizarra digital como recurso para el proceso de enseñanza y aprendizaje. (1998) Revista Digital innovación y experiencias educativas No. 13. 2008. ISSN Granada. España
- [6] Sepúlveda, M. La resolución de problemas y el uso de tareas en la enseñanza de las matemáticas. Scielo Educación matemática. Vol. 21. Núm. 2. Agosto 2009. ISSN 1665-5826. México.

Biografía. Egidio Esteban Clavijo Gañan

Magister en Enseñanza de la Matemáticas, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza Argentina.

Especialista en Computación y Diploma en computación para la Enseñanza. Instituto Aaron Ofri, Jerusalem, Israel.

Docente Titular, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.

Coordinador de Cálculo Integral, Centro de Ciencia Básica, UPB

Área de Investigación: Didáctica de la Matemática

Biografía. Juan Pablo Bedoya Sanchez.

Estudiante de Ingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana.


Integrante del Semillero de Matemáticas, experto en geogebra y cabri II plus

Biografía. Elmer Ramírez Machado.

Magister en Gestión Educativa, Universidad Pontificia Bolivariana.

Docente titular de la Universidad Pontificia Bolivariana

Coordinador de la línea de investigación en Didáctica de la Matemática del grupo GMAT de la UPB.



AYUDAS TÉCNICAS EN EL
PROCESO DE BIPEDESTACIÓN:
UNA PROPUESTA DE
INVESTIGACIÓN DESDE LAS
CIENCIAS NATURALES EN EL
COLEGIO LA SALLE ENVIGADO Y
LA ESCUELA DE INGENIEROS DE
ANTIOQUIA¹

Technical aids in the standing process: a
research proposal from the natural sciences
at Colegio La Salle Envigado and Escuela de
ingenieros de Antioquia

L. C. Marín², D. C. Rodríguez³

-
- 1 Propuesta de investigación en proceso que se lleva a cabo en el Colegio La Salle Envigado con la colaboración de la Escuela de Ingenieros de Antioquia y cuyo asesor es el docente Yesid de Jesús Montoya Goetz. Prof. Asistente. Programa Ing. Biomédica.
2 Colegio la Salle Envigado. Contacto: licrimaca@gmail.com
3 Colegio la Salle Envigado. Contacto: dianarodriguez785@gmail.com

Resumen

La fundamentación de la educación en las ciencias naturales y el diseño de ayudas técnicas (biomédica), permite responder a las necesidades de la conexión entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, además de la inclusión en los diferentes espacios. Es por eso que en el proceso de investigación en ambientes escolares aparece la figura de un proyecto que busca mejorar la calidad de vida de un usuario con movilidad reducida (miembros inferiores), y tiene como finalidad que él mismo se integre de manera óptima a un medio cotidiano, utilizando como herramienta principal las ayudas técnicas, con el pilar de las ciencias exactas y cuya transversalización busca conseguir que el usuario realice el proceso de reincorporación, además de mantenerse en posición bípeda, garantizándole mayor autonomía. El ejercicio se realizó mediante el trabajo interdisciplinar de las asignaturas del área de ciencias naturales y las bases en biomédica, con la implementación de programas como el Fusion 360 y Kinovea.

Palabras clave

Ayuda técnica, biomédica, bipedestación, ciencias naturales, educación, transversalización.

Abstract

The foundation of science teaching and technical aid design (bioengineering), solves the need for connection between science, technology and society, on top of the inclusion in different areas, which is why in the research process of school environments, a project focused on improving the quality of life of an individual with reduced mobility (lower limbs) appears. The project is aimed at integrating the user in his everyday environment in the most optimal way by using technical aids as the main tool to achieve this, in conjunction to the use of the exact sciences. Uniting these fields seeks to ensure that the user manages to perform the reinstatement process in addition to maintaining a bipedal position, guaranteeing greater autonomy through the interdisciplinary work of the subjects of the area of natural sciences and the bases in bioengineering with the implementation of programs such as Fusion 360 and Kinovea.

Keywords

Natural sciences, Biomedical, Technical assistance, mainstreaming, education.

I. INTRODUCCIÓN

La investigación escolar es uno de los objetivos visionales que enfrentan actualmente las instituciones educativas en la media escolar. En esta dirección, las asignaturas de Física y Química en el colegio La Salle Envigado, se interesan por implementar una propuesta con la participación de ocho estudiantes de décimo y once. La investigación en progreso tiene como objetivo el estudio de ayudas técnicas para un usuario con movilidad reducida, aportando una mejora para la bipedestación.

Se parte de la idea de que en la sociedad y en el mercado, se encuentran múltiples ayudas técnicas, sin embargo, son modelos estándar que en muchas ocasiones no se acomodan a la necesidad del usuario, porque en algunos casos tienen fallas en su uso y poca versatilidad frente a espacio, materiales, entre otros.

En el presente caso, por medio de un estudio mecánico de las fuerzas que debe realizar el sujeto en sus miembros inferiores y superiores, se puede llevar a cabo un trabajo sobre la ayuda técnica en cuestión y modelarla, de forma que pueda usarla de forma adecuada.

Es en este espacio donde las asignaturas de Física, Química y Biología juegan un papel fundamental, y se encuentran al alcance del proceso académico de los estudiantes, quienes deben tener competencias cognitivas en Física relacionadas con los conceptos de: fuerza, torque, aceleración y centros de masa. En Química se deben tener competencias en el manejo de materiales, densidades y resistencias. Por último, en Biología es necesario manejar la comprensión de los procesos biomecánicos y la compatibilidad de ciertos materiales con el cuerpo humano.

II. AYUDAS TÉCNICAS

Con la evolución de las generaciones también ha nacido el ingenio en el diseño de los diferentes recursos y herramientas de la vida cotidiana, que facilitan o suplen necesidades, según los requerimientos de los usuarios y promueve en sí una interfaz entre el usuario y el ambiente en el que se desenvuelve. Así, para la EN ISO 9999 [2], las ATs son:

Aquellos productos, instrumentos, equipos o sistemas técnicos fabricados expresamente para ser

utilizados por personas con discapacidad y/o mayores; disponibles en el mercado para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar una diversidad.

Estas ayudas técnicas se describen dependiendo de las particularidades como se rotula cada una.

Para otros autores, las ayudas técnicas son simples soluciones que se podrían brindar a un objeto de estudio, que permita dar respuesta a sus necesidades de autonomía en la ejecución de actividades cotidianas; incluso algún otro refiere la necesidad de modificar y/o adaptar los ambientes en los que se desarrolla lo cotidiano, para que suplir su movilidad no solo sea un hecho de adicionar un elemento a su vida, sino que sea el exterior el que lo supla indispensablemente para que acceder a dichas ayudas no se convierta en su necesidad primaria.

De acuerdo con el Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad - (AUPA, 2005)[1].

Aquellos instrumentos, dispositivos o herramientas que permiten a las personas que presentan una discapacidad temporal o permanente, realizar actividades que sin dicha ayuda no podrían ser realizadas o requerirían de un mayor esfuerzo para su realización.

Según la Organización Internacional de Normalización [3], se llama ayudas técnicas a todos aquellos productos, instrumentos, equipos o sistemas técnicos utilizados por una persona con discapacidad, fabricados especialmente o disponibles en el mercado, para prevenir, compensar mitigar o neutralizar una deficiencia, discapacidad o minusvalía.

Se acomodará el término cuando el requerimiento se establezca como prioridad, la inclusión es entonces la protagonista en la escena que provea de las herramientas ideológicas para determinar las necesidades del usuario final.

Las ayudas técnicas fundamentalmente han sido concebidas por y para el usuario, respondiendo a sus necesidades, no solo físicas sino sociales, motoras, vivenciales, que le permiten integrarse, o más bien, reintegrarse a la sociedad en su rol habitual ponderado. De tal manera que la escuela, en su fin último de formación, permite ejecutar ideas de sus estudiantes.

III. LA IMPORTANCIA DE LAS TIC EN EL PROCESO INVESTIGATIVO

La sociedad actual se ha podido adecuar a un modelo tecnológico que ayuda a suplir muchas necesidades. La escuela intenta hacer parte de dicho progreso, pero son pocos los aspectos que ha podido desarrollar, pues las clases siguen siendo magistrales y tradicionales.

Una de las maneras más adecuadas de centrar la investigación en el contexto escolar es por medio de la investigación en el aula escolar, pues estas se encuentran llenas de estudiantes con un gran potencial para darle vida a muchas ideas que responden a una necesidad del contexto. Es la juventud la que, con un adecuado acompañamiento, tiene la posibilidad de leer el contexto y llevar a cabo ideas innovadoras haciendo uso de las TIC. De acuerdo con Pozuelos [4]:

Cada vez resulta más común encontrar expresiones que aluden a la manifiesta y progresiva implantación de los medios informáticos, en general, y las tecnologías de la información y comunicación, en particular, en el campo de la enseñanza. Dicho así casi constituye ya un tópico para la investigación escolar.

De esta manera, el uso de las TIC en la investigación se convierte en un aspecto necesario, principalmente porque en la actualidad el acceso a aplicaciones de diversas áreas, hace que personas sin tener una formación universitaria puedan acceder a ellas y generar sus propuestas. Las aplicaciones en las que se centra este proceso investigativo son: Kinovea y Fusión 360; a continuación, se hablará de la experiencia con cada una.

Kinovea: avanzando en el estudio de la física

En principio, la aplicación se creó como una ayuda para analizar videos en el ámbito deportivo y hoy es de versión libre; actualmente también puede usarse para la interpretación de cualquier fenómeno en movimiento. Funciona subiendo un video, donde se tienen en cuenta aspectos de calibración; en respuesta, el programa ofrece la posibilidad de medir distancias y tiempos con gran precisión en un archivo de Excel.

El papel del equipo de trabajo es analizar cada uno de los datos y por medio de las ecuaciones cinemáticas que se estudian en el grado décimo, se calculan las aceleraciones.

Tabla I. Datos del programa kinovea.

x	y	t	t(s)	VX (M/S)	AX (M/S2)
0	0	0:00:00:00	0,000		
0	0	0:00:00:03	0,033		
0	0	0:00:00:06	0,067	0,000	
0	0	0:00:00:09	0,100	0,000	0
0	0	0:00:00:13	0,133	0,000	0
0	0	0:00:00:16	0,167	0,000	0
0	0	0:00:00:19	0,200	0,000	0
-0,32	0	0:00:00:23	0,233	-9,600	-288
-0,32	0	0:00:00:26	0,267	0,000	288
-0,32	0,32	0:00:00:29	0,300	0,000	0
-0,32	0,32	0:00:00:33	0,333	0,000	0
-0,32	0,64	0:00:00:36	0,367	0,000	0
-0,32	0,96	0:00:00:39	0,400	0,000	0
-0,64	0,96	0:00:00:43	0,433	-9,600	-288

Como se aprecia en la Tabla I, los datos x, y, t son los que aportan el programa, por otro lado, se debe realizar una conversión de unidades para calcular el tiempo en el formato adecuado, es así como se construye la casilla t(s); posteriormente, para llevar a la velocidad se usa la expresión $v=\Delta x/\Delta t$, por esta razón los datos inician desde la tercera casilla.

Por último, se calcula la velocidad con la expresión $a=\Delta v/\Delta t$. Todos los resultados son producto del Excel, sin embargo, es importante destacar que el papel del docente es importante, pues es él quien asesora y acompaña en las explicaciones de clase y en la interpretación y modelación matemática de fenómenos cinemáticos. Los datos no se realizan desde un punto específico.



Fig. 1. Calibración de video para uso de software.

Como lo muestra la Fig. 2, el estudiante tiene varias marcas en el cuerpo, donde se realizará el análisis cinemático y dinámico.

El paso a seguir consiste en analizar las fuerzas por segmento. Este es el paso que contribuye a pensar cuál será la fuerza que debe soportar la ayuda técnica.

Fusión 360: Aprendiendo de diseños

El programa Fusión 360 ofrece la posibilidad de explorar materiales, formas, volumen de casi cualquier estructura. Es interesante cómo los estudiantes se conectan para crear formas y llegar a conclusiones sobre la resistencia o la deformación, para así demostrar la versatilidad de sus creaciones.

IV. CONCLUSIONES

En el punto actual, el proyecto muestra resultados positivos en el proceso académico de los estudiantes. En primer lugar, porque han encontrado en las ciencias exactas y naturales una forma de aplicar los conceptos en su contexto, resolviendo situaciones propuestas por los mismos estudiantes.

Por otro lado, se destaca la importancia de la investigación escolar como fundamento para la formación de estudiantes críticos y autónomos en la forma de pensar y en aprovechar todas las capacidades para llevar a cabo acciones para el bien común.

Por último, es importante destacar el acompañamiento del docente, quien es un investigador más, pero a la vez un asesor y un mediador. Es quien aporta las bases para que los frutos sean conducidos por un buen camino.

REFERENCIAS

- [1] AUPA. (abril de 2005). CERMI. Obtenido de <http://www.mancomunidadsierraeste.org/descargas/publico/DISCAPACIDAD/AYUDAS%20TECNICAS%20Y%20DISCAPACIDAD.pdf>
- [2] Del campo, A y Roca J. De las ayudas técnicas a la tecnología asistida. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) ETSII de Cartagena <http://diversidad.murciaeduca.es/tecnoneet/docs/2004/2-12004.pdf>
- [3] Asociación gallega contra las ENFERMEDADES NEUROMUSCULARES – Las ayudas técnicas. Esas grandes desconocidas- una ayuda para la promoción de la autonomía <http://www.asemgalicia.com/wp-content/uploads/Las-ayudas-tecnicas-Esas-grandes-desconocidas.pdf>


Autor 1: Liceth Cristina Marín Castaño

Licenciada en matemáticas y física de la Universidad de Antioquia, estudiante de Maestría de enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Docente de física del Colegio La Salle Envigado.

Áreas de investigación: Educación en las ciencias

Autor 2: Diana Carolina Rodríguez Zapata.

Diana Carolina Rodríguez Zapata, Licenciada en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental de la Universidad de Antioquia, Docente de la asignatura de química del Colegio La Salle Envigado



LAS ESTRATEGIAS LÚDICAS, PEDAGÓGICAS Y TECNOLÓGICAS, COMO FACILITADORAS DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA MICROBIOLOGÍA EN LA BÁSICA SECUNDARIA

The playful, pedagogical and technological
strategies, as facilitators of the significant
learning of microbiology in secondary

*Sabogal - Cruz, Angela¹; Osorio Zuluaga, Héctor Jairo²;
Giraldo Arbeláez, Jorge Eduardo³*

-
- 1 Profesora asociada Institución Educativa María Auxiliadora, Elías Huila. asabogal@unal.edu.co. cc. 1.117.509.245
 - 2 Profesor Asociado Departamento de Física y Química Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, hjosoriozu@unal.edu.co, cc. 10.284.557
 - 3 Profesor Asociado Departamento de Física y Química Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, jegiraldoarb@unal.edu.co cc. 10.268.90

Resumen

El hecho de no poder observar los microorganismos directamente, hace difícil la interiorización de conceptos en cuanto a su fisiología, comportamiento, igualmente, las metodologías de enseñanza tradicionales que prescinden en muchas ocasiones de la práctica, sesgando el conocimiento a lo existente en los libros, sumado a la carencia de recursos tecnológicos en el sector educativo rural, pues las limitaciones económicas impiden que haya laboratorios con los materiales necesarios para realizar experiencia en esta área. En este estudio, se pretende mostrar el impacto de las estrategias lúdicas, pedagógicas y tecnológicas, para facilitar el aprendizaje significativo de la microbiología en estudiantes de básica secundaria de la Institución Educativa María Auxiliadora del municipio de Elías en el departamento del Huila. Las estrategias incluyeron la conformación de un semillero de investigación institucional, tomado como grupo experimental, con ellos se aplicó: el juego, como elemento motivador de aprendizajes teóricos, con relación a los microorganismos más comunes en el contexto; además se implementó un recurso educativo digital (RED) denominado «Micromundo», como herramienta tecnológica e innovadora, mediante la colección de figuras de diversos microorganismos en un álbum virtual; en este sentido, se construyeron guías de laboratorio «Viendo lo invisible» para el fortalecimiento de técnicas microbiológicas y la observación directa de microorganismos.

La combinación de estas estrategias en el semillero de investigación junto a la motivación, generaron actitudes de aprendizaje significativo hacia el concepto de microbiología, y por ende, el fortalecimiento de competencias científicas en los estudiantes.

Palabras clave

Aprendizaje significativo, competencias científicas, microbiología.

Abstract

The fact that microorganisms can not be observed the directly, makes difficult the internalization of concepts in terms of their physiology, behavior, also, the traditional teaching methodologies that are prescribed in many occasions of the practice, biasing the knowledge what exists in books, added to the lack of technological resources in the rural education sector, since the economic limitations prevent laboratories with the necessary materials to carry out the experience in this area. In this study, we intend to show the impact of recreational, pedagogical and technological strategies, to facilitate the microbiology significant learning

in secondary school students from María Auxiliadora Educational Institution of the municipality of Elías in Huila department. The strategies included the creation of an institutional research hotbed, which was taken as an experimental group, with them the following was applied: the game, as a motivating element of theoretical learning, in relation to the most common microorganisms in the context; A well-known digital educational resource (RED) was also implemented «Micromundo», as a technological and innovative tool, through the collection of figures of various microorganisms in a virtual album; In this sense, laboratory guides were built « Seeing the invisible » for the strengthening of microbiological techniques and the direct observation of microorganisms.

The combination of these strategies in research field join to motivation, generated significant learning attitudes towards the concept of microbiology, and therefore, the strengthening of scientific competencies in students.

Keywords:

Meaningful learning, scientific skills, microbiology.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la enseñanza sufre una revolución conceptual y práctica que tiende a la búsqueda e implementación de estrategias para facilitar los aprendizajes en los diversos niveles educativos, tendiendo a la experiencia como herramienta fundamental en los procesos cognitivos.

La pedagogía, por su parte, ofrece diferentes modelos para lograr dicho objetivo en la evolución educativa, el más importante de ellos es el constructivista, del que se derivan varias teorías del aprendizaje, entre ellas, la del Aprendizaje Significativo, que busca la permanencia de los conocimientos en la persona que aprende, al vincularlos con presaberes, experiencias, vivencias y símbolos que le generen un recuerdo de aquello que se aprendió, realizando un proceso de interiorización.

Como área trascendental del conocimiento, las ciencias naturales en la enseñanza, han logrado estar a la par de los cambios que se generan y dar un giro a la complejidad de esta «ciencia dura» por medio de la práctica y la experiencia como eventos que se correlacionan con los aprendizajes, es decir, no se pierde la relación existente entre la ciencia y la cotidianidad en la que todo fenómeno natural puede ser explicado de forma clara y sencilla.

La principal razón que motiva el presente trabajo de investigación, es lograr generar emoción hacia el aprendizaje de las ciencias, mediante técnicas educativas divertidas, innovadoras y constructivas, que garanticen un aprendizaje duradero, tomando como base la microbiología, que es un contenido fundamental de las ciencias y que presenta varios obstáculos de aprendizaje, al tratarse del estudio de individuos que no se pueden observar a simple vista. Esto justifica, precisamente la necesidad de «descomplejizarla», o sea, hacerla más entendible, clara y amena en su estudio y así garantizar que los estudiantes logren un aprendizaje significativo de este tema.

Antecedentes

«La esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos (por ejemplo, una imagen, un símbolo ya con significado, un contexto o una proposición).» Ausubel (1961, p.1). Es adecuado

que con esta referencia se aclare el concepto de aprendizaje significativo expuesto por el autor de la misma teoría, en donde se explica la relación entre los saberes previos, el simbolismo, el uso de los sentidos en el aprendizaje y el significado e interpretación cognitiva que el estudiante da a los mismos.

En lo que se refiere a la enseñanza de la microbiología también existen publicaciones que sustentan estas ideas tal como se muestra en el trabajo de Uzcátegui et. Al (2007), en el que los estudiantes de la escuela Venezolana de Medicina “Luis Razetti” dan sus apreciaciones acerca de las clases teóricas y prácticas del curso de microbiología, en las que califican como más productivas, significativas y útiles aquellas que son prácticas reportando una mayor asistencia a dichas clases en las que el 98% de los estudiantes indicó que había aprendido mucho. Este antecedente indica que aquellas clases en las que se relaciona la experiencia con el conocimiento son por mucho, más significativas que aquellas en las que solo se brindan instrucciones teóricas sin ningún tipo de demostración en la práctica, haciendo que los aprendizajes sean perdurables y que se incremente la asistencia y motivación por parte de los alumnos.

Parra (2015) en su trabajo sobre la enseñanza de la microbiología, hace una crítica a las clases teóricas, a los manuales de laboratorio ortodoxos y a otros métodos que hoy por hoy son poco productivos y no llaman la atención de los estudiantes, sino por el contrario hacen ver a la microbiología como un tema difícil de entender, ya que mucho de su contenido puede llegar a ser abstracto, puesto que se trata de seres que no se pueden observar a simple vista. Para esto, el autor propone la implementación de una estrategia didáctica para potenciar las habilidades científicas de los estudiantes en microbiología. Lo anterior, se relaciona bastante con las herramientas que se usan para lograr aprendizajes significativos en los estudiantes.

En cuanto a la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, existen variedad de autores que se refieren a este tema, ejemplo de ello es Ospina (2006) quien se refiere a la esta como una chispa que enciende el aprendizaje, describiendo una relación en doble dirección, en donde se motiva para aprender y se aprende por el incentivo que ofrece el ser motivado, de tal forma que si no existe motivación, tampoco habrá aprehensión de conocimientos.

Por su parte, Valenzuela et, al. (2015) reconocen los muchos significados que puede llegar a tener la motivación en el aprendizaje, y explican, que el profesor

impulsa a los estudiantes a cumplir con tareas, pero el desempeño no se queda solo en la ejecución de dichas actividades, sino que debe dirigirse hacia la comprensión acerca del valor de la misma y el sentido de competencia frente a ella, es decir; trascendiendo del motivar para hacer, a motivar para comprender e interpretar los contenidos enseñados. Es importante resaltar también, que estos autores mencionan la importancia de que el docente motive a sus estudiantes, pero de igual manera, exponen que no siempre se cuenta con las herramientas o recursos para ello.

Así mismo, Gómez, Gómez y Vergel (2016) hablan acerca de la motivación, especialmente por las ciencias naturales, en el que se asocia también la creatividad como parte fundamental del aprendizaje, mediante el disfrute de las ciencias, enfatizando, en la marginación y anonimato de aquellos estudiantes que prefieren no ser partícipes de una clase, que no les ofrece suficiente motivación; siendo precisamente este, un punto importante para la presente investigación, puesto que insta a la búsqueda de metodologías de aula que motiven a los estudiantes y de esta manera orientarlos hacia el conocimiento.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Para lograr el objetivo de esta práctica pedagógica, se hizo necesario realizar diagnósticos cognitivos y motivacionales, como son el test de conocimientos y la aplicación de la escala Likert, la creación de un grupo experimental específico en el estudio de la microbiología. Este grupo, conformado por estudiantes del nivel de básica secundaria de la Institución Educativa María Auxiliadora de Elías Huila, recibe el nombre de Semillero de Investigación en Ciencias María Auxiliadora (SICMA), con el que se realizan actividades lúdicas, didácticas, se diseñan y ejecutan prácticas de laboratorio y se utilizan Recursos Educativos Digitales para potenciar sus competencias científicas y académicas en general.

Por esta razón, las fases metodológicas se planearon y ejecutaron así: fase inicial, en donde se llevó a cabo la conformación del grupo experimental a través de una convocatoria abierta a estudiantes del nivel de básica secundaria, este equipo de jóvenes, conforman el Semillero de Investigación (SICMA). En esta primera parte del proceso, se llevó a cabo la prueba de percepción motivacional, con un test de 20 preguntas que pretendían establecer el grado de motivación de los estudiantes en torno a la ciencia y la investigación, los resultados aquí obtenidos se analizaron cuantitativamente. De igual forma, se sometieron a un test de

preguntas con relación a los temas de microbiología y biología celular, de modo que permitiera realizar un diagnóstico respecto a las competencias científicas de los educandos.

En la fase de diseño, se elaboraron y programaron actividades a desarrollar en las sesiones de trabajo con el grupo experimental, en donde se aplicaron varias estrategias didácticas; la primera de ellas, el juego de escalera, se usaron elementos como un tablero de piso, fichas con preguntas sobre la temática de estudio y un dado gigante. Al mismo tiempo se puso en práctica el recurso educativo digital (Micromundo); en el que los estudiantes tuvieron la oportunidad de interactuar con un álbum coleccionable de imágenes digitales de diversos microorganismos; aplicativo sencillo y divertido. Estas dos actividades, permitieron iniciar un proceso de fortalecimiento de conocimientos a nivel teórico.

Con relación a las experiencias de laboratorio, se elaboraron guías denominadas “viendo lo invisible” en las que los estudiantes desarrollaron procesos propios de trabajo en laboratorio, llevando al ámbito científico aquellos microorganismos que más se encuentran en su entorno.

Finalmente, se desarrolló la fase de evaluación, que se llevó a cabo con un postest, a fin de contrastar los resultados obtenidos desde la fase inicial.

Comprender que algo tan aparentemente pequeño como una gota de agua o una diminuta muestra de materia orgánica, puede albergar cientos de seres; ver lo invisible, sorprender los sentidos con la exploración de un micromundo desde el contexto rural, se considera de gran relevancia el aprendizaje teórico y práctico de los microorganismos que se pueden encontrar en el ambiente, entendiendo su función en el ecosistema, el uso y aprovechamiento de los mismos en las actividades agrícolas y hasta los posibles generadores de patologías que afectan a varios de los seres vivos del lugar – plagas en cultivos causadas por hongos, enfermedades bacterianas en personas y animales-.

El poder explicar hechos tan cotidianos como estos a través de la ciencia, es algo de mucho valor, ya que enriquece los procesos de enseñanza y aprendizaje, abre las puertas a la indagación, a la explicación de fenómenos y el uso comprensivo del conocimiento científico: competencias científicas que se pretenden desarrollar en los alumnos.

No obstante, es un desafío encontrar las herramientas y estrategias adecuadas para el aprendizaje de la microbiología en la escuela y que este sea perdurable en el tiempo, en este sentido, Ausubel (1963) citado por Moreira (1997a, p.2,) señala que el aprendizaje significativo es el mecanismo humano, por excelencia, para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e informaciones representadas en cualquier campo del conocimiento. Lo que implica innovar en las metodologías de clase y hacer partícipes a los estudiantes como creadores de su propio conocimiento, como lo expresa Moreira, (1997b), «Una buena enseñanza debe ser constructivista, promover el cambio conceptual y facilitar el aprendizaje significativo» (p. 1).

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

• *Pretest*

El pretest evaluó las competencias científicas: indagación, uso comprensivo del conocimiento científico y explicación de fenómenos, además de integrar los Derechos Básicos de Aprendizaje enfocados al conocimiento de la célula y los microorganismos, establecidos para básica secundaria, según el Ministerio de Educación Nacional.

En términos de aprobación y reprobación, solo 4 de los 12 estudiantes aprobaron este examen de presaberes, lo que indica, que en la mayoría del grupo, al empezar este proceso, habían vacíos conceptuales sobre los temas de microbiología y biología celular.

• *Juego de preguntas: escalera*

La lúdica motiva el aprendizaje de forma significativa, por lo que el juego de la escalera fue muy importante en la fundamentación de conceptos y afianzamiento de otros, además de generar una sana competencia entre los estudiantes del grupo experimental, e innovar en la forma de enseñar cuestiones netamente teóricas. Por otra parte, se potencia su capacidad de análisis, puesto que la mayoría de preguntas se intencionaron para formular una afirmación relacionada con algunos de los conceptos de microbiología o biología celular, que se habían indagado también en el pretest.

• *Álbum de microorganismos Micromundo (RED)*

La intención pedagógica del RED: álbum de microorganismos, Micromundo, fue principalmente mostrar a los educandos de forma interactiva, utilizando las TIC como estrategia de motivación, todo un mundo de seres vivos que a pesar de que están por todas partes, son desconocidos por la mayoría, dado su tamaño microscópico. De esta manera, se presentó una serie de imágenes entre microorganismos, ciencias y profesiones relacionadas, buscando lograr un aprendizaje significativo, contextualizado y útil en el diario vivir de los estudiantes; a la vez que se llevaba a la práctica de forma complementaria con las guías «Viendo lo invisible».

Los resultados del álbum de microorganismos Micromundo, se midieron de forma cualitativa, mediante la escritura de conclusiones por parte de cada uno de los estudiantes del semillero de investigación, en donde registraron sus opiniones y percepciones acerca del desarrollo de los contenidos de la aplicación.

En la siguiente tabla, se establecen algunas categorías para enmarcar las conclusiones escritas por cada uno de los alumnos.

Tabla 1. Categorización de conclusiones del álbum Micromundo.

CATEGORÍA	NÚMERO DE ESTUDIANTES
Es práctico, ya que permite el conocimiento de microorganismos patógenos y benéficos.	5
Contribuye al fortalecimiento de competencias científicas.	3
Es un método de aprendizaje diferente, fácil y dinámico.	2
Presenta opciones para elegir una profesión relacionada con el estudio de las ciencias.	2

Como se observa en la tabla 1, los estudiantes se enfocaron en mencionar cuatro características relevantes del álbum: el fortalecimiento de competencias científicas, el método de aprendizaje, la practicidad en su vida cotidiana, y las opciones laborales que este presenta.

Al realizar un análisis de lo escrito por los alumnos, se puede interpretar que le encuentran gran uso práctico a la información del álbum, siendo esta la categoría con más número de estudiantes (5 de 12), y expresan que dicha información les permite conocer la patogenicidad de algunos microorganismos o los usos prácticos de otros, enseñándoles hábitos de prevención y de la misma manera, opciones de aprovechamiento de los microorganismos en diferentes sectores de la industria.

La alta puntuación en esta categoría es coherente con la intención de “Micromundo”, puesto que contextualiza a los estudiantes en relación con el conocimiento de los microorganismos, generando un aprendizaje práctico y útil en la cotidianidad.

Los aspectos relacionados con el método de aprendizaje y las opciones laborales que presenta el álbum, fueron escritos por dos de los estudiantes del Semillero de Investigación. Es importante que lo consideren un método divertido, fácil y dinámico para aprender, lo cual justifica el diseño interactivo de la estrategia. Además, le dan valor a las competencias laborales, ya que afirman que pueden recibir una orientación profesional a través de las opciones que les brinda el Micromundo en su unidad de ciencias y profesiones relacionadas.

• *Prácticas de laboratorio «Viendo lo invisible»*

Se diseñaron 7 guías de laboratorio, con el propósito de conocer los microorganismos más relacionados en el contexto rural y el diario vivir de los estudiantes. Cada una de las guías está relacionada con uno de los microorganismos vistos durante la aplicación del álbum Micromundo.

También, las guías tuvieron como objetivo, enseñar técnicas básicas de laboratorio en cuanto al cultivo de microorganismos, esterilización de material, preparación de medios de cultivo, siembra de microorganismos, toma de muestras, entre otros, muy importantes para llevar a la práctica.

En esta parte del proceso, la participación de los estudiantes fue totalmente activa, pues los integrantes del grupo experimental, manipularon, observaron y estudiaron de primera mano, los microorganismos más importantes en su contexto, pudiendo obtener un aprendizaje significativo, y contribuyendo en gran medida al alcance de los objetivos propuestos en esta investigación.

- *Test motivacional (escala Likert)*

Los datos obtenidos a nivel individual, al igual que los generales en la escala Likert, muestran resultados altamente favorables con relación a la motivación de los estudiantes vinculados en la presente investigación, puesto que dejó en evidencia varios de los intereses de los jóvenes en cuanto a su participación en el semillero de investigación (grupo experimental), sus intereses y expectativas; obteniéndose resultados muy favorables, de acuerdo con la escala de valoración propia de este cuestionario.

- *Comparación de resultados pretest y postest*

Mediante la aplicación de estas pruebas se logró diagnosticar y fortalecer los conceptos relacionados con biología celular y microbiología en los estudiantes pertenecientes al grupo experimental, permitiendo establecer una comparación entre el estado inicial de los educandos y el avance obtenido después de la aplicación de las estrategias pedagógicas diseñadas en la presente investigación.

IV. CONCLUSIONES

- Las estrategias lúdicas, pedagógicas y tecnológicas lograron facilitar el aprendizaje significativo de la microbiología en los estudiantes de básica secundaria que hicieron parte del grupo experimental, obteniéndose resultados positivos al realizar la evaluación sobre la pertinencia e impacto de las mismas, y evidenciando que los conocimientos adquiridos por los educandos durante este proceso, fueron motivados por la experiencia, el dinamismo y las vivencias.
- En el juego motivó la adquisición de conocimientos y fortalecimiento de competencias, a través de los sentidos y las emociones de los estudiantes; desde el movimiento y la diversión en el aprendizaje, se interesaron en la temática, haciendo libre la competencia, con una preparación previa,
- El álbum de microorganismos Micromundo, fue una de las estrategias más sobresalientes durante las sesiones de estudio con el grupo experimental, ya que como elemento innovador, se integraron las TIC, lo que incentivó el interés de los estudiantes. A esto se suma la dinámica de la aplicación, en la que se iban desbloqueando figuras de acuerdo al avance conceptual de cada estudiante, evaluado por participaciones y exposiciones de temáticas

relacionadas con biología celular y microbiología, lo que permitió una motivación permanente con una actitud expectante hacia las nuevas figuras que iban a lograr desbloquear donde cada uno deseaba ser el primero en lograrlo.

Con el RED Micromundo, se aplicó el aprendizaje por descubrimiento, ya que la herramienta interactiva permitía conocer poco a poco nuevos microorganismos, sus utilidades, beneficios, o potenciales peligros; al mismo tiempo que les mostraba opciones laborales en el ámbito de las ciencias; lo que con el transcurso de las sesiones, dejaba descubrir nuevos conceptos y temas de interés del contexto de los jóvenes, generando conocimientos de fácil comprensión y aplicación en la cotidianidad.

- Las guías de laboratorio: viendo lo invisible, establecían técnicas de laboratorio básicas en el estudio de la microbiología y que profundizaba en el conocimiento de microorganismos muy comunes y de gran importancia en varias ramas de la ciencia y la sociedad, como el hongo de la roya (*Hemileia vastatrix*), las bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus bulgaricus*), la levadura de pan (*Saccharomyces cerevisiae*), entre otros microorganismos. En total se llevaron a cabo siete prácticas, que llevaron a la realidad varios de los conceptos afianzados con el Micromundo y el juego de la escalera, evidenciando desde el microscopio la forma, color, movimiento y muchas otras características de dichos organismos.

Esta parte del trabajo, llevó al punto más importante del aprendizaje, porque los estudiantes tuvieron la oportunidad de manipular, observar y estudiar de primera mano la biología de microorganismos muy comunes en su entorno.

REFERENCIAS

- [1] Ausubel, D. (1961) Teoría del aprendizaje significativo.
- [2] Gómez, C., Gómez, V. & Vergel, O. (2016). Motivación por el aprendizaje de las ciencias naturales, en los estudiantes de básica primaria del centro educativo, cuatro bocas, municipio de San Martín, Cesar. Eco. Mat, vol 7(1), 101-111.
- [3] Moreira, M. & Greca, I. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y

- propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Revista Ciencia y Educación*, vol 9 (2). 301-315.
- [4] Ospina, R. (2006). La motivación, motor del aprendizaje. *Revista Ciencias de la Salud*, vol. 4.158-160.
- [5] Parra, R. (2015). Los microorganismos un mundo por descubrir, una estrategia de aula para desarrollar habilidades científicas para estudiantes de ciclo dos. (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia).
- [6] Uzcátegui, Z., Zahlout, A. & Pérez, G. (2006). Educación en Microbiología Percepción estudiantil de un curso de Microbiología en educación médica de pregrado Percepción del estudiante de un curso de pregrado en Microbiología. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, vol. 26(2). 353-364.
- [7] Valenzuela, J., Muñoz, V., Ilich, S., Gómez, N. & Precht G. (2015). Motivación escolar: Claves para la formación motivacional de futuros docentes. *Estudios Pedagógicos XLI*, Vol: 1. 351-361.

Biografía. Autor 1: Ángela Patricia Sabogal Cruz

Especialista en pedagogía de la Universidad de la Amazonia, bióloga de la Universidad de la Amazonia. Docente de aula vinculada al Ministerio de Educación Nacional en el área de ciencias naturales y educación ambiental del municipio de Elías en el departamento del Huila.

Áreas de investigación: Investigación en estrategias para la enseñanza de las ciencias naturales.

Biografía Autor 2: Héctor Jairo Zuluaga Osorio

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia;
Magister en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia;
Magister en Desarrollo Educativo y Social, de la Universidad Pedagógica Nacional; Licenciado en Biología y Química, de la Universidad de Caldas.


ORCID 0000-0002-0227-588X, hjosoriozu@unal.edu.co Áreas de investigación: Educación en ciencias, Bioproductos.



Biografía Autor 3: Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez.

Magister en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia;
Especialista en Educación Personalizada, de la Universidad Católica de Manizales;
Licenciado en Biología y Química, de la Universidad de Caldas.

ORCID 0000-0002-4102-5701, jegiraldoarb@unal.edu.co Áreas de
investigación: Educación en ciencia.



APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE FUNCIÓN DE VARIABLE REAL DESDE SUS DIFERENTES REPRESENTACIONES USANDO GEOGEBRA¹

Learning the concept of real variable function
from its different representations using
GeoGebra

S. Quintero², F. N. Jiménez³

1 El trabajo se enmarca en un trabajo de la Maestría en Enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

2 Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, sergiovivaz@gmail.com.

3 Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Universidad Autónoma de Manizales, código ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1546-8426>, francy@autonoma.edu.co.

Resumen

La tecnología, como mediadora para la representación de conceptos matemáticos, ha sido un tema preponderante en el campo de la educación matemática durante los últimos años. En este trabajo se diseñó e implementó una estrategia para el aprendizaje del concepto de función haciendo uso del software GeoGebra con estudiantes de grado décimo de una institución educativa de Colombia. Se realizó un test inicial para la identificación de obstáculos en el aprendizaje del concepto de función, posteriormente una serie de actividades para propiciar la adquisición del concepto matemático y, por último, un test final que buscaba identificar los progresos y avances obtenidos por parte de los estudiantes con la implementación de esta estrategia. Se tomó como base principal la teoría de representaciones semióticas de Raymond Duval para determinar cómo el uso de GeoGebra posibilita el aprendizaje del concepto de función de variable real desde sus diferentes representaciones. Se obtuvo un balance positivo en la adquisición del concepto, dado que el uso del software facilitó el entorno adecuado para la conversión y transformación de los diferentes registros de representaciones.

Palabras clave

Aprendizaje, función, GeoGebra, representaciones semióticas, variable real.

Abstract

Technology as a mediator for the representation of mathematical concepts has been a predominant topic in the area of mathematical education in recent years. In this work, a strategy for the learning of the concept of function was designed and implemented using GeoGebra software with tenth grade students of an educational institution in Colombia, in which an initial test was carried out to identify difficulties or obstacles in the Learning the concept of function, then a series of activities to promote the acquisition of the same concept and finally a final test that sought to identify the progress and advances made by students in the implementation of this strategy, it is ok to highlight that it was carried out based on the theory of semiotic representations of Raymond Duval and where it was sought to answer the big question, how can the use of GeoGebra enable the learning of the concept of real variable function from its different representations? In which a positive balance was obtained in the acquisition of the concept given that the use of the software facilitated the appropriate environment for the coordination of the different records of representations of the same concept.

Keywords

Function, semiotic representations, GeoGebra, Learning.

I. INTRODUCCIÓN

Dado que la tecnología juega un papel importante en muchos campos del conocimiento, dentro de los cuales está el campo de la educación matemática, surge la propuesta de implementar GeoGebra para abordar el concepto de función a través de sus representaciones.

Uno de los referentes centrales en la teoría de representaciones es Raymond Duval, pues gracias a sus resultados en educación matemática, dentro de los cuales se encuentra el uso de las representaciones semióticas en el proceso de aprehensión de objetos matemáticos, se ha llegado a comprender que “el entendimiento de un concepto matemático requiere de las conversiones y transformaciones de sus diferentes registros” [citado en Bello, 1, p. 15].

A partir de los planteamientos de Duval se definen tres actividades principales para llevar a cabo el proceso de aprendizaje. La primera es la formación de una representación en un registro dado, la cual constituye el conjunto de marcas perceptibles que permiten dar forma a la representación de un objeto en un sistema determinado. La segunda es el tratamiento de una representación, que es la transformación interna de la representación dentro del mismo registro en el que ha sido formada. La tercera es la conversión de una representación, es decir, la transformación de la representación en una diferentes, de otro registro, en la que se conserva la totalidad o parte del significado de la representación inicial [2].

Un ejemplo de estas tres actividades se registra en la Tabla I:

TABLA I. CÁLCULO DE VOLÚMENES.	
El volumen de un cubo es 1000 unidades cúbicas, ¿Cuál es la medida de sus lados?	
Conversión (cambiando el registro, sin cambiar el objeto) $1000 = l^3$	Tratamiento (transformación conservando el mismo registro) $1000 = l^3$ $\sqrt[3]{1000} = \sqrt[3]{l^3}$ $10 = l$

Duval establece: “Sólo podemos trabajar en y desde representaciones semióticas, porque son temas de procesamiento. Al mismo tiempo, debemos poder activar en paralelo dos o tres registros de representaciones” [Citado en Vega, 3, p. 24], entendiendo la diferencia entre el objeto y sus representaciones, para la adquisición de algún concepto, en este caso, el de función.

Se plantea entonces como objetivo de este trabajo, desarrollar una estrategia didáctica para el aprendizaje del concepto de función a través de sus diferentes representaciones, usando como herramienta principal el software GeoGebra.

II. METODOLOGÍA

Este trabajo tiene un enfoque cuantitativo y se realizó dentro de un diseño pre – experimental. Como técnicas e instrumentos, se aplicó: un test de entrada, con el propósito de identificar ideas previas y determinar dificultades de aprendizaje en los estudiantes acerca del concepto de función; tres guías para el uso de GeoGebra y cuatro actividades que les permitieron a los estudiantes movilizarse por las distintas representaciones del concepto de función, con el uso de GeoGebra; un test de salida para evaluar lo aprendido durante la estrategia implementada, aplicado sin el apoyo de GeoGebra; y, por último, un test con escala Likert para analizar el grado de satisfacción y las diferentes apreciaciones de los estudiantes en la implementación de la estrategia.

El diseño y estructuración de los recursos implementados con los estudiantes (test, guías, actividades) se construyó con base en los aportes de la teoría de las representaciones de Duval, y se enfocaron en posibilitar el aprendizaje del concepto de función, por medio de la coordinación de sus diferentes registros de representación.

El espacio de la investigación fue el Colegio Salesiano San Medardo de la ciudad de Neiva; la unidad de trabajo estuvo conformada por 29 estudiantes de grado décimo, con quienes se trabajó durante el año 2018.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados del test inicial evidenció algunos obstáculos para el aprendizaje del concepto de función. En este sentido, se encontró que los estudiantes:

- Presentan dificultades en el reconocimiento de las diferentes representaciones de un objeto matemático, en este caso, de una función.
- Desconocen la relación de dependencia e independencia entre las variables de una función real.
- No relacionan el dominio de una función con su representación verbal, el cual en algunas ocasiones restringe el mismo.
- Realizan lecturas acertadas de representaciones gráficas de una función, pero cuando se pide interpretar la gráfica, asociándola al dominio, menos de la mitad del grupo logra hacerlo de una forma adecuada.
- Desconocen el concepto de función de manera total o parcial, y tampoco logran identificar sus elementos.

Durante el proceso de implementación de las guías y actividades, los estudiantes realizaron procesos de tratamiento y conversión de las diferentes representaciones en situaciones que involucran funciones de variable real, con el apoyo de GeoGebra como mediador en el proceso.

Actividad de aprendizaje 1:

Los resultados de la pregunta 1 muestran que el proceso de conversión algebraico – gráfico es un apoyo importante para los estudiantes, ya que debían determinar cuáles representaciones algebraicas correspondían a relaciones funcionales y cuáles no, utilizando el criterio de recta vertical con ayuda de Geogebra. Además, debían justificar de forma verbal su respuesta. Un total de 23 estudiantes respondió los 6 ítems que la componían acertadamente, y 6 erraron en uno de los ítems.

Algunas justificaciones sobre cuándo no es una relación funcional se mencionan a continuación: 7 estudiantes lo hacen con un nivel de comprensión alto: *“No es función porque le corresponden dos elementos al mismo punto”*; 19 con un nivel de comprensión medio, ya que justifican basados en lo que perciben gráficamente: *“La figura se corta en dos puntos”*; y 3 no justifican con claridad: *“Porque los elementos no repiten los elementos del dominio”*.

En la pregunta 2, los estudiantes debían escribir 5 expresiones algebraicas que representaran funciones; se obtuvieron buenos resultados, los cuales se presentan en la Fig. 1.

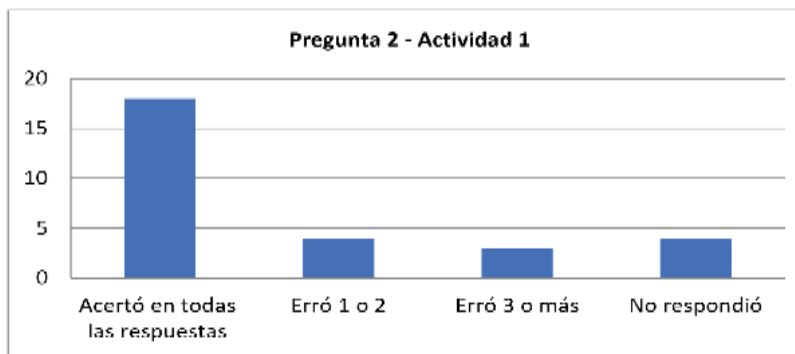


Fig. 1. Expresiones algebraicas

Vale la pena aclarar que los procesos de conversión se realizaron con GeoGebra, un software que facilita esta operación, ya que según Duval [citado en Bello, 1], la conversión de las representaciones semióticas se constituye en la actividad cognitiva menos espontánea y más difícil de alcanzar para la gran mayoría de los alumnos.

Actividad de aprendizaje 2:

En los resultados de la pregunta 2, cuyo objetivo fue desarrollar el proceso de conversión tabular – algebraico y justificar si la tabla representa una función, se observa que solo un estudiante no logró realizar este proceso; en cuanto a si la tabla representaba una función o no, todos respondieron acertadamente. A pesar de que no se les solicita hacer la gráfica, la mayoría de los jóvenes recurre a este registro para justificar su respuesta.

Algunos de sus comentarios son: *“Porque si ponemos la recta perpendicular en cualquier parte del eje x esta toca a la gráfica en una sola parte”*, lo que muestra que el criterio de la recta vertical facilita la identificación de las relaciones funcionales y no funcionales; algunos estudiantes infieren más allá del gráfico y justifican con mayor claridad: *“Cada elemento llega a un único punto y todos los valores tienen pareja”*.

En la pregunta 2 que pide relacionar la tabla de valores con su respectiva expresión algebraica, es decir, conversión tabular – algebraica, los estudiantes realizan la gráfica de cada una de las coordenadas de las tablas en el plano cartesiano, y luego la gráfica de las expresiones algebraicas. También verificaron la pertenencia de esas coordenadas a cada gráfico y establecieron las relaciones correspondientes. Todos los estudiantes respondieron acertadamente, además argumentaron por qué cada expresión es una función, o no.

Actividad de aprendizaje 3:

En la pregunta 3 se pide solucionar una serie de problemas asociados a distintos tipos de funciones que modelan de forma verbal situaciones de la vida real, como se muestra a continuación.

En un punto se solicita a los estudiantes que, con la información del enunciado, respondan qué ocurre después de ciertos tiempos establecidos; aproximadamente el 90% respondió de manera correcta, y 80% recurre a la representación tabular de la situación (aunque el ejercicio no lo solicitaba), lo cual muestra un proceso de conversión verbal – tabular, como se observa en la Fig. 2.

X	y
0	72
2	36
4	108
6	324
8	972

X	y
0	72
4	108
6	324
8	972

t	No Bacterias
4	108
6	324
8	972

Fig. 2. Ejercicio de tabulación

Antes de esta actividad, los estudiantes aprendieron a utilizar el comando «Ajuste Base Exp» de GeoGebra, el cual se sugiere emplear para encontrar la expresión algebraica que modela la situación enunciada, es decir, realizar la conversión verbal – gráfico – algebraico; solo 3 estudiantes no logran hacerlo.

Pese a que los procesos de conversión son apoyados por GeoGebra, los estudiantes muestran mayor solvencia para realizar cambios de registros, ya sea recurriendo a la aplicación o no, lo cual es muy importante, ya que “dominar un concepto matemático requiere conocer y reconocer sus principales representaciones, para así convertirlas o traducirlas de un modo a otro” [4, p. 2117].

Algunas preguntas tuvieron la intención de que los estudiantes comprendieran que, cuando una función está ligada a una representación verbal asociada a un problema de la vida cotidiana, el dominio debe restringirse para que se ajuste a dicha representación. El 59% acertó en las respuestas, lo cual deja ver que la identificación del dominio es aún un problema para los estudiantes.

En una de las preguntas debían seleccionar la gráfica que mejor representara la situación descrita (tarifa de los automóviles) en las preguntas inmediatamente anteriores, y todos los estudiantes seleccionaron la representación correcta; esto muestra que, pese a que en el momento de realizar operaciones algebraicas presentan cierto tipo de confusión o dificultad, tienen claridad al identificar la gráfica más adecuada.

Además, al solicitarle a los estudiantes determinar si la situación descrita representa una función, todos respondieron correctamente que sí, y justificaron su respuesta, situación que evidencia la apropiación del concepto de función porque dieron, en su mayoría, justificaciones elaboradas: *“Porque todos los puntos de x tienen donde llegar”*. *“Si ponemos una recta perpendicular a x tocaría solamente en un punto”*, y *“Porque todos los puntos de x de tiempo tienen a donde llegar”*.

Posteriormente, se pidió realizar un bosquejo de gráfica que representara la situación descrita en las preguntas anteriores (conversión Verbal–Gráfica); todos los estudiantes elaboraron un bosquejo adecuado, como los que se muestran en la Fig. 3.

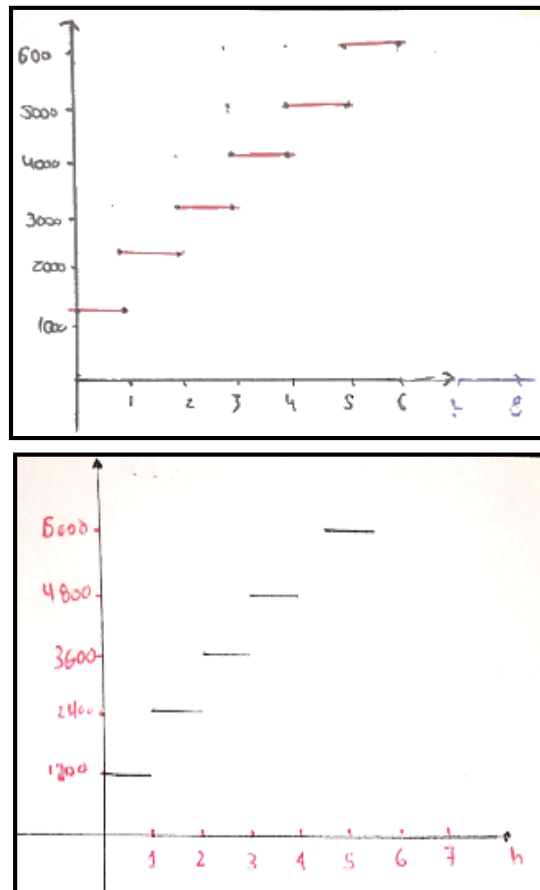


Fig. 3. Representaciones gráficas elaboradas por los estudiantes.

Resultados test final

En cuanto a la identificación del dominio de una función, el 81% respondió satisfactoriamente, un resultado positivo ya que en el test inicial menos de la mitad de los estudiantes (41%) respondió de modo correcto. También se resalta que de estos, el 90% justificó bien la respuesta con afirmaciones como: *“Porque la gráfica solo muestra por libra”*,

“la fracción no tiene precio, x debe ser entero”, *“porque solo viene por libras completas”*.

En una de las preguntas se pidió a los estudiantes completar una tabla relacionada con una expresión algebraica, y una descripción verbal; el 55% la completó en su totalidad, y el 24% completó un 80% de la tabla. En otra

pregunta, los estudiantes debían realizar una tabla y un gráfico representando la situación: el 72% realizó el gráfico de forma adecuada, como en los dos ejemplos que se muestran en la Fig. 4.

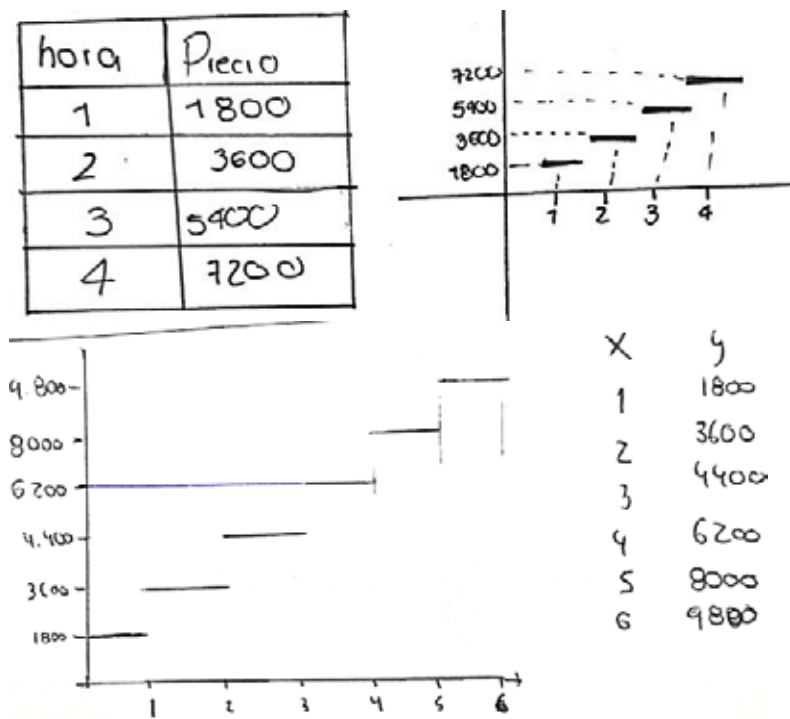


Fig. 4. Construcción de gráficos

Asimismo, los estudiantes debían responder si la situación era o no función: 26 de 29 estudiantes acertó al responder sí, pero cuando debían especificar cuál era el dominio y el rango de dicha función, solo 5 estudiantes respondieron adecuadamente, lo que deja en evidencia que aún existen dificultades para identificar estas partes de la función. La misma situación se presentó en otra de las preguntas, ya que la actividad pedía a los estudiantes que después de mirar la gráfica de una serie de funciones, determinarían sus respectivos dominios y rangos. Los resultados se muestran en la Fig. 5.

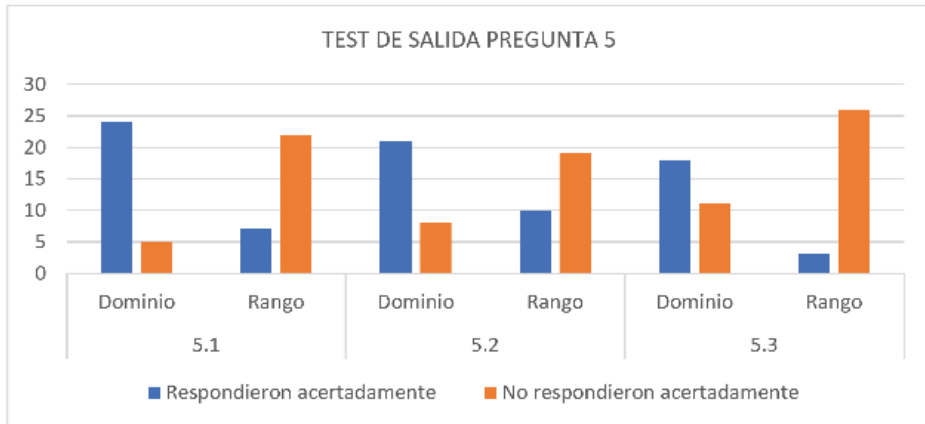


Fig. 5. Identificación de las partes de la función.

En la pregunta 6, se les presentó a los estudiantes una serie de situaciones descritas de forma verbal; estos debieron realizar el proceso de conversión Verbal – Algebraica y determinar su dominio. Los resultados se muestran en la Fig. 6.

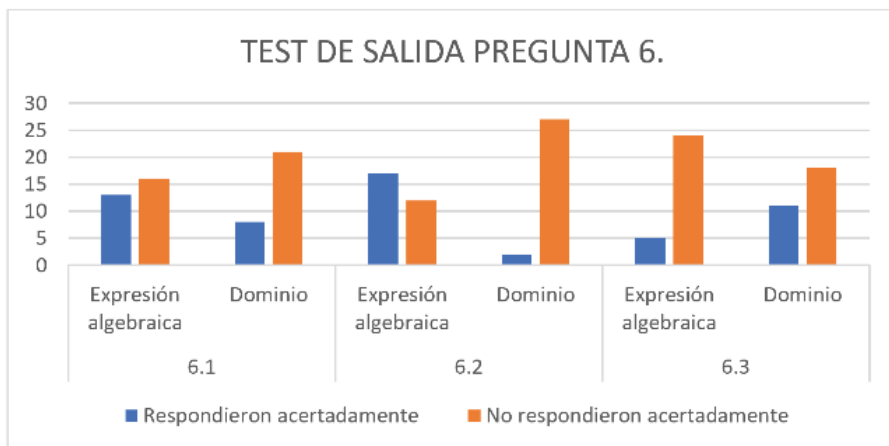


Fig. 6. Expresión algebraica.

Aunque los resultados no son los mejores, se observa una evolución positiva con respecto a algunas de las actividades anteriores, teniendo en cuenta que los estudiantes no están haciendo uso de la herramienta GeoGebra.

En cuanto a elaborar una definición del concepto de función, solo 4 de los 29 estudiantes lo hizo de manera aceptable; 5 estudiantes presentan confusión entre el concepto y la comprobación gráfica del mismo (posiblemente generada por las actividades anteriores), lo que se evidencia en los textos que escribieron, como los siguientes: *“Es una función la gráfica la cual solo se toca en un punto si se pusiese una recta perpendicular a X”*; *“Una función se da cuando hay una recta perpendicular que corta en un solo punto”*. Dentro de las definiciones que dieron los estudiantes se resaltan las más completas: *“Cuando un número del eje X tiene un solo representante en el eje Y”*; *“Es aquello donde X tiene una sola imagen, pero se repite todas las veces que quiera”*.

IV. CONCLUSIONES

El uso de GeoGebra facilitó la implementación del criterio de la recta vertical para identificar cuándo una relación es funcional o no, pero también generó confusión con respecto al concepto de función, ya que al solicitar a los estudiantes dar su definición, se apoyaron en dicho criterio para hacerlo.

El apoyo de GeoGebra en el proceso de conversión de registros de representación semiótica del concepto de función fue positivo para la identificación de las funciones de variable real y sus partes.

La coordinación de los diferentes registros del concepto de función se llevó a cabo con mayor facilidad con la implementación de recursos tecnológicos, y una prueba de esto es que el 76% de estudiantes fue capaz de realizar gráficas de situaciones reales sin el uso de GeoGebra, restringiendo su dominio de acuerdo con el caso, e incluso en aquellas donde se involucraban funciones a trozos.

Se presentó durante toda la estrategia una dificultad marcada en la mayoría de los estudiantes a la hora de justificar por escrito los procedimientos o respuestas dadas en las diferentes actividades.

A pesar de que se evidenció la superación de las dificultades identificadas en el test inicial en la mayoría de los estudiantes, algunas persisten, incluso después de haber terminado la implementación de la estrategia.

La identificación del dominio de las funciones de las diferentes situaciones funcionales presentadas en el test de salida no fue óptima, particularmente en aquellas donde no había representaciones gráficas, dado que este registro es al que más acuden los estudiantes. Se requiere seguir trabajando en este elemento de concepto.

El registro al que en mayor proporción acudieron los estudiantes en las diferentes actividades fue el gráfico, el cual, en casi todos los

casos, se usó como puente para transitar hacia los demás registros.

La implementación de recursos tecnológicos

dentro del aula de clases impacta de forma positiva en el interés de los estudiantes, lo que facilita el proceso de enseñanza, en este caso, el del concepto de función.

REFERENCIAS

Ballés., “Geogebra y los sistemas de representación semióticos”, en *Uso de los recursos tecnológicos en el proceso de aprendizaje de las matemáticas*, 2014, p. 2200.

Autor 1: Sergio Mauricio Quintero Dussan.

Licenciado en Matemáticas de la Universidad Surcolombiana, estudiante de Ingeniería Industrial, de la Universidad Corhuila, y de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Docente de básica y media académica de matemáticas. Es actualmente docente de secundaria.

Áreas de investigación: Educación.

Autor 2: Francy Nelly Jiménez García

Ingeniera Química, Magíster en Ciencias Física; Doctora en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, y Especialista en Computación para la Docencia de la Universidad Antonio Nariño. Es actualmente coordinadora del Departamento de Física y Matemáticas y líder del



Grupo de Investigación en Física y Matemática con énfasis en la formación de ingenieros de la Universidad Autónoma de Manizales.

Áreas de investigación: Didáctica de la física y la matemática, crecimiento y caracterización de materiales de ingeniería, energía solar.

NUESTROS REPOSITORIOS INSTITUCIONALES

1. RIBUC: Repositorio Institucional Biblioteca Universidad Católica de Pereira
2. OJS: Open Journal System (Sistema de Publicaciones Periódicas de la UCP)

Los repositorios institucionales (RIBUC/OJS) son un conjunto de servicios que pretenden proporcionar el almacenamiento y hacer accesible en formato digital, el material producto del quehacer académico de la UCP y su comunidad.

La Universidad Católica de Pereira, por medio de su biblioteca, viene trabajando en su construcción desde el año 2009 y desde el año 2011 fueron puestos a disposición de los usuarios.

¿Qué es el Repositorio RIBUC y/o OJS?

Es la plataforma orientada a la web, que permite almacenar, gestionar, buscar y recuperar la producción académica y científica de la Universidad Católica de Pereira.

La importancia de los repositorios RIBUC y/o OJS:

- Aumentan la visibilidad de la producción académica y científica de la Universidad
- Reúnen en un solo sitio el conocimiento producido en la Universidad
- Permiten el acceso abierto
- Preservan la producción institucional

En nuestros repositorios se podrá encontrar productos como:

- Informes de investigación
- Objetos de aprendizaje
- Las revistas institucionales UCP en texto completo
- Ponencias
- Tesis de maestría
- Artículos de investigación y otros

RIBUC y/o OJS:

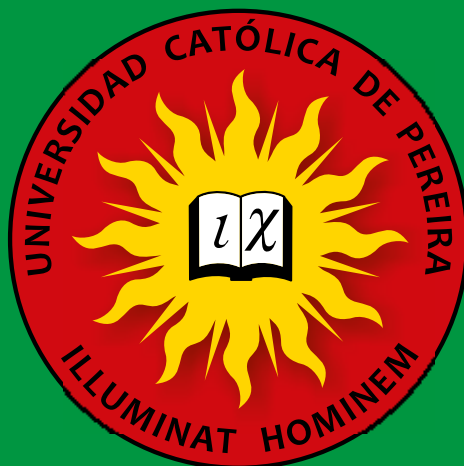
Una estrategia para la visibilidad y gestión del conocimiento

<http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/>

<http://biblioteca.ucp.edu.co/OJS/>

Videos educativos

- Poster
- Producción bibliográfica de la Universidad
- Monografías de grado
- Informes de prácticas académica



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

El escudo de la Universidad está constituido por un círculo en cuyo centro hay un sol que tiene en el interior un libro con dos letras griegas.

El sol tradicionalmente representa a Jesucristo. Él es la luz que alumbr a todo hombre, concretamente al hombre de hoy con sus preocupaciones, proyectos y expectativas. La Universidad quiere ser un instrumento eficaz al servicio de la luz de Cristo que ilumina al hombre.

“Para vosotros se alzar á un sol de justicia que traerá en sus alas la salud”
(*Malaquías 4,2*)

“Por la entrañable misericordia de nuestro Dios nos visitará el sol que nace de lo alto para iluminar a los que viven en tinieblas y en sombras de muerte, para guiar nuestros pasos por el camino de la paz” (*Lc. 1,79*)

El libro representa la Universidad; en las páginas están grabadas dos letras griegas, que son las iniciales del nombre de Jesucristo: la iota de Iesous (ι) y la Ji de Christós (χ), porque la comunidad universitaria quiere ir al hombre para darle la luz recibida de Cristo.

“La Palabra (Cristo) era la luz verdadera que alumbr a todo hombre”
(*Juan 1,9*)

Las palabras latinas “illuminat hominem” (“ilumina al hombre”) recogen el sentido de la misión de la UCP. Por tanto su razón de ser es la de ofrecer a cada bachiller el APOYO para que llegue a Ser Gente, Gente de Bien, Profesionalmente capaz, y esto como realización de su proyecto personal de vida, que lo hará “instrumento eficaz al servicio de la luz de Cristo que ilumina al hombre”.

ISBN ELECTRÓNICO
978-958-8487-55-7