



CAPÍTULO 7.

El constructivismo y sus teorías derivadas



DOI: <https://doi.org/10.31908/eucp.65.c642>

En el contexto educativo se devela una necesidad latente por realizar un uso efectivo de metodologías activas que propendan por facilitar la apropiación del conocimiento según las características socioculturales del educando.

Allí, emergen nuevamente las teorías constructivistas de Vygotsky señaladas por Coll y de aprendizaje significativo de Ausubel. A todo esto, se suman las teorías de transformación educativa propuestas por Moreira.

INTRODUCCIÓN

En relación con la concepción y aplicación del constructivismo, se puede decir que a partir de la postura de autores como Piaget, donde enmarca su teoría desde la expresión meramente biológica del ser humano, para lo cual fundamenta su teoría en las etapas evolutivas del hombre y como el ser humano a medida que crece también desarrolla ciertas habilidades hasta transformalas en un pensamiento concreto hasta llegar a un pensamiento formal.

No obstante, otro de los grandes precursores del constructivismo social y cultural fue Vygotsky, quien fundamenta su teoría en lo pedagógico, dando relevancia a ciertos criterios usados en la educación, entre ellos, hace una referencia amplia al contexto en la formación inicial del infante, a continuación, incorpora uno de los pilares fundamentales en su teoría como es la zona de desarrollo próximo (ZDP).

Finalmente, a estas teorías socio constructivistas, se suma Berger, el cual propone una visión integradora entre acción y estructura, lo cual fundamenta una visión a la vez subjetiva y objetiva en la forma en que el ser humano adquiere el conocimiento.

Por otro lado, al hablar de aprendizaje significativo, se obliga a mencionar a Ausubel como uno de sus principales precursores. La teoría expuesta por este autor se fundamenta básicamente en el hecho de que un estudiante adquiere de una mejor manera el conocimiento cuando este relaciona la nueva información con la que ya posee. Asimismo, se habla de la aplicación de esta teoría pedagógica en el aula de clase, en especial en la apropiación de conocimientos del área de matemáticas.

7.1 Elementos de la teoría constructivista

El constructivismo como teoría psicológica que brinda una visión científica de la forma en que el ser humano aprende, se encuentra ampliamente arraigada en la escuela actual, la cual ha sufrido cambios como producto de los nuevos modelos explicativos e investigaciones que han creado corrientes pedagógicas interesantes y ampliamente discutidas; sin

embargo acudiendo a lo que propone Carretero (1993), citado por Tünnermann Bernheim (2011), es posible encontrar elementos comunes que configuran lo que significa el constructivismo en educación sin que sea esto un concepto unívoco.

Es la que el individuo —tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos— no es un mero producto del ambiente, ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano. ¿Con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea. (p. 26)

También se hace alusión a que, el constructivismo explica como se aprende algo nuevo centrándose en factores tanto internos como externos alrededor de la persona que aprende, lo cual se configura indudablemente en un cambio en el rol protagonista del proceso formativo; ahora lo importante del proceso educativo no es tanto el conocimiento o el docente, como anteriormente se asumía en los modelos tradicionales, aunque si son elementos fundamentales del proceso y de obligatoria existencia, actualmente es necesario prestar atención al individuo, a lo que él ya sabe y la calidad con que lo aprendió, a las herramientas de pensamiento que posee y que desde luego lo potencian a conocer y comprender nuevas cosas, a construir sus propios modelos explicativos del cosmos, que a su vez le permiten relacionarse con sus pares y su mundo; habría que prestar atención a la forma en que usan estas herramientas dentro de su propio contexto y, desde luego, a la riqueza de ese contexto.

En la actualidad, se han identificado tres corrientes constructivistas importantes que más o menos recogen las explicaciones alternativas del funcionamiento psicológico dominante de la psicología educativa, comprender los elementos básicos de estas corrientes, perfilan mejor el rol del docente de la Institución Educativa y lo que se pretende que el estudiante desarrolle; estas corrientes son según Coll (2001):

- Constructivismo cognitivo piagetiano
- Constructivismo sociocultural vigotskyanos
- Constructivismo social de Berger

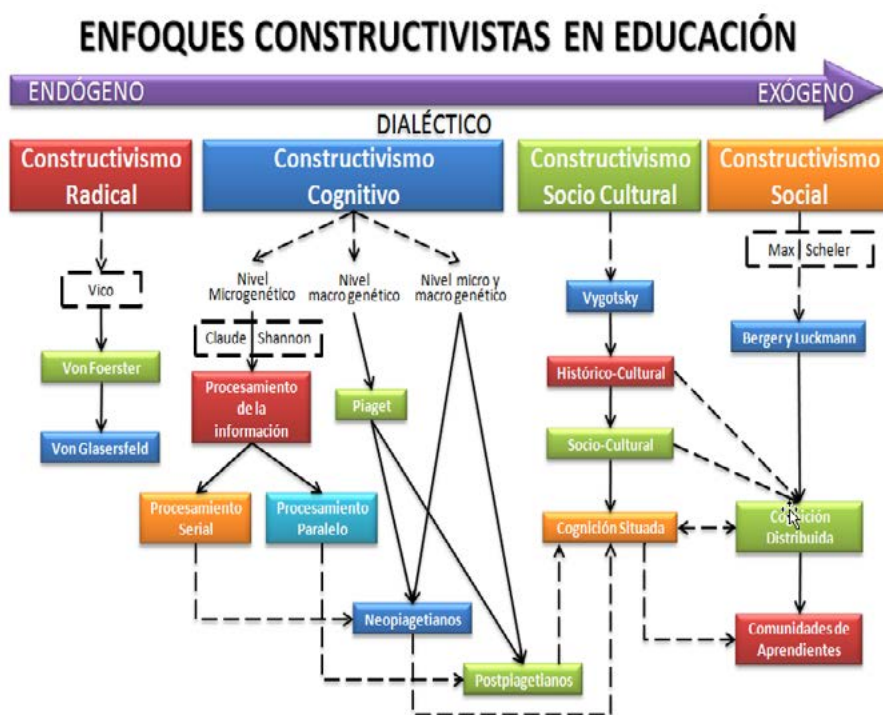
Estas tres corrientes coinciden en el hecho que el saber es un proceso complejo de construcción auténtica y propia del sujeto que aprende, pero se distancian profunda y epistemológicamente en aspectos como el carácter interno o externo de la construcción de este mismo, también en el carácter individual o social del proceso y asociación o disociación entre el sujeto y contexto.

En su teoría genética cognitiva (constructivismo cognitivo), Piaget establece que el objeto de construcción está orientado principalmente en las estructuras generales de conocimiento y estas evolucionan de nociones a conceptos y de conceptos a categorías universales (Villar, 2003), mientras que para el constructivismo sociocultural de Vygotsky lo que se construye son sistemas de significación a partir de la reconstrucción de significados culturales en una doble relación con factores internos y externos, sin embargo, para los constructivistas sociales como Peter Berger y Thomas Luckmann, lo que se construye son artefactos sociales. (Coll, 1996), y aunque todas estas corrientes concuerdan que es el sujeto autónomo y activo quien construye, para Serrano (2011) se plantan diferenciadamente cuatro tipos de sujetos –el sujeto individual, el sujeto epistémico, el sujeto psicológico y el sujeto colectivo– que estructuran cuatro tipos de modelos constructivistas que se explican a continuación:

Constructivismo radical: Tiene a Heinz Von Foerster y a Ernst von Glasersfeld como sus representantes más connotados, quienes toman algunos elementos filosóficos de Giambattista Vico alejándose de la postura racionalista de Kant; para el constructivismo radical el conocimiento solo existe en la mente de la persona que conoce, quien se ve obligado a reconstruirlo según la propia experiencia, siendo esta una interpretación subjetiva del individuo, por tanto, es adaptativa en el sentido biológico. von Glasersfeld también propone que la cognición solo es útil para la construcción de los modelos explicativos del sujeto individual, imposibilitando el descubrimiento de la realidad ontológica objetiva. (von Glasersfeld, 1991).

Constructivismo cognitivo: Las teorías constructivistas cognitivas tienen su conceptualización en la epistemología genética de Jean Piaget, quien comparte la premisa de que el conocimiento es una construcción individual donde el sujeto relaciona una nueva información con una estructura existente en la mente, lo cual se genera en dos momentos importantes que denominan: asimilación y acomodación. Piaget establece que, aunque el conocimiento es una construcción individual, se distancia del constructivismo radical al establecer que puede ser esta construcción instrumentada (Glaserfeld, 1982), es decir, facilitada por terceros que generan condiciones propias para que el individuo pueda explorar en sus procesos a través de situaciones motivadoras o retos a superar (Urdaneta y Guanipa, 2009), esto rompe con el paradigma conductista del procesamiento de la información, ya que asume a la mente como un sistema que opera con símbolos, los cuales se analizan y algunos se pueden almacenar en la memoria para su posterior utilización y creación de más información.

Figura 7.1. Enfoques constructivistas en educación



Fuente: adaptado de Serrano y Pons (2011)

La forma en que se procesa la información, ha generado a su vez dos corrientes psicológicas; los neo-piagetianos, psicología cognitiva que entiende el conocimiento dentro de un procesamiento serial de la información por parte de la mente del sujeto, y los pos piagetianos quienes por su parte asumen que existe un procesamiento distribuido o paralelo de la información, la cual se almacena en diferentes regiones del cerebro, quien fabrica nuevas conexiones para construir así un nuevo conocimiento o recuperar una información elaborada (Ato, 2007; Villar, 2003).

Constructivismo sociocultural vygotskiano: Teoría desarrollada por Vygotsky, establece que los procesos de construcción del conocimiento se realizan por lo que él denomina la “Ley de la doble formación”; sucede a nivel intermental y el segundo a nivel intrapsicológico, tal como lo expresa Vygotsky (1978), citado en Baquero (1997) cuando se refiere a:

En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces: primero, a escala social, y más tarde, a escala individual; primero, entre personas (interpsicológica), y después, en el interior del propio niño (intrapsicológica). Esto puede aplicarse igualmente a la atención voluntaria, a la memoria lógica y a la formación de conceptos. Todas las funciones psicológicas superiores se originan como relaciones entre seres humanos. (p. 7)

Vygotsky establece que el contexto y los factores sociales en que se desenvuelve el individuo, son determinantes en la forma en que se construye el conocimiento, sin embargo, son insuficientes para dar sustento teórico completo a otros mecanismos como el de internalización, donde otros seres sociales median en la construcción y deconstrucción del discurso que conlleva la adquisición de saberes, y que de forma gradual viene acompañada por una cantidad de operaciones sociales- psicológicas que, de cierta manera, terminan de modelar al individuo; por tanto, en la propuesta vygotskiana esta internalización es representada por esa transformación de factores sociales externos a factores cognitivos internos en el desarrollo del individuo.

Otro elemento importante de esta teoría y en especial útil es la que se denomina zona de desarrollo próximo (ZDP) y aunque fue propuesta inicialmente para niños, adquiere total validez en los procesos de formación de jóvenes y de adultos.

Para Vygotsky, la ZDP es la separación que existe entre el nivel de desarrollo cognitivo actual del estudiante, que es determinado por el conjunto de capacidades para solucionar de forma independiente retos y problemas; mientras que el nivel de desarrollo potencial es definido y establecido a partir de la capacidad de enfrentarse a situaciones problemas, pero con la ayuda y asistencia de otra persona, normalmente una con mayor formación, que puede ser un docente o en colaboración con un compañero que se encuentra en niveles de desarrollo más evolucionados (Vygotsky, 1976, citado en Ruso, 2001).

Por consiguiente, la postura que debe asumir la institución parte de este principio vygotskiano, pero con la diferencia que la mediación instrumental no es realizada directamente por un adulto o un par académico de mayor nivel de competencia a través de recursos didácticos; la mediación instrumental se hace a partir de pares con igualdad de condiciones.

Constructivismo social: Esta corriente cuyos representantes más connotados son Thomas Luckman y Peter L. Berger, establece que la realidad es producto directo de una construcción social, siendo el conocimiento el resultado de interacciones e intercambios sociales (Serrano y Pons, 2011); este pensamiento plantea que, tanto los individuos como los grupos de individuos crean una percepción social de la realidad, institucionalizando hechos y tradiciones. Por tanto, el conocimiento (científico, literario e incluso el conocimiento proporcionado por el sentido común) es resultado de estas interacciones sociales, donde con el tiempo se van reforzando o desvirtuando, construyendo y deconstruyendo conocimiento individual, pero en especial colectivo.

Finalmente, se puede concluir que el constructivismo establece que el conocimiento es producto de la acción humana, desde factores internos

o factores externos, según la corriente que se quiera asumir, igualmente concuerda, sin importar el enfoque, que el objeto central es la persona, es el individuo. Por otro lado, y por mencionar un ejemplo alrededor de este tema, la propuesta desarrollada en algunas instituciones educativas del contexto nacional y regional entre ellas la Institución Educativa El Dorado de Pereira, parte del enfoque constructivista vygotskiano por las siguientes razones.

- Firme creencia que el centro del proceso educativo es el estudiante; es él el único artífice de saber a partir de un conocimiento construido y deconstruido que se presenta mediado y dosificado por parte del tutor o del docente.
- El conocimiento moderno no es producto genético del desarrollo del ser humano, sino más bien, una construcción y una deconstrucción dada por las interacciones sociales entre individuos. El aula de clase debe convertirse en laboratorio de vida, en espacio de constatación y aprendizaje, donde favorezca este principio, a través del trabajo colaborativo, integrativo, pero también distribuido.
- Es fundamental generar las condiciones necesarias que propicien una desestabilización cognitiva, llevando a los estudiantes desde su zona de comodidad hasta su zona de desarrollo próximo, donde adquieren un nuevo saber y ponen en juego sus conocimientos.
- El constructivismo como teoría del conocimiento, brinda el sustento sobre el cual se construye todo el sistema de gestión escolar académica y a su vez, conecta los principios pedagógicos del aprendizaje significativo y la enseñanza para la comprensión.

7.2 El aprendizaje significativo

Ausubel realiza un recorrido por la definición de la psicología educativa y la labor docente, esto lo lleva a postular lo que hoy día se conoce como la teoría del aprendizaje significativo.

Esta teoría cognitiva que trata en esencia la forma en que aprenden los seres humanos, establece una excelente aproximación conceptual sobre este problema, que es ampliamente aceptada en diversos círculos académicos.

Formulada inicialmente por Ausubel (1963), establece que naturalmente un nuevo conocimiento puede ser aprendido, convertido en saber, si este tiene sentido y es coherente con las estructuras previas existentes en el individuo, características a las que denomina sustantividad y no arbitrariedad. De esta relación ocurre una modificación que cambia tanto la estructura previa como la nueva cuando ocurre un proceso de asimilación cognitiva. En este escenario, el verdadero aprendizaje puede ocurrir cuando hay una relación exitosa entre la estructura cognitiva previa y el nuevo conocimiento:

El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente. (Ausubel, 1983, p. 2)

Por ello, conocer la estructura cognitiva que posee el estudiante con su respectiva jerarquización de conceptos y herramientas de pensamiento lo potencia para aprender nuevas percepciones y categorías que pueden ser lo suficientemente estables y sólidas, o lo limita si no están acertadamente fundamentadas, lo que equivale a establecer que es necesario realizar un adecuado diagnóstico de las condiciones existentes de los modelos explicativos y de la relación que tienen los aprendices. Este hecho es una función propia del rol del docente en el aula, así, el maestro debería crear las condiciones adecuadas a partir de los saberes que presenta el estudiante, lo que quiere aprender y lo que necesita aprender a la luz de las necesidades curriculares de los diferentes programas de formación.

Para Ausubel (1983), una vez creadas estas condiciones (ambientes favorables de aprendizaje), la estructura cognitiva del estudiante sirve como punto de “anclaje” para una nueva información presentada, un nuevo procedimiento, una nueva estructura o teoría, una nueva relación o una nueva destreza; estos elementos nuevos se vinculan de manera sustancial y no arbitraria con otro elemento existente en la estructura mental: “el

subsursor”, en el que ocurre una asimilación y se forma finalmente una nueva estructura, en que la memoria desempeña un papel importante, pues permite almacenar permanentemente estas estructuras o facilita que desde la memoria de largo plazo o memoria comprensiva se traigan los elementos para que en la memoria de trabajo, pueda reconstruirse fácilmente un saber.

Ausubel (1983, pp. 4-5) plantea que existen básicamente cuatro procesos con los cuales una persona puede adquirir significativamente un nuevo conocimiento y convertirlo en saber, concurriendo de forma autónoma o integrada de uno o varios a la vez, la comprensión integral de estos procesos cognitivos, sustenta la propuesta metodológica para la institución Educativa el Dorado y reorienta todo el proceso académico, curricular pero también metodológico y pedagógico.

- **Subsunción derivada:** aparece cuando se tiene de forma general, conceptos que construyen unívocamente una categoría y que sirve para ser extendido o aplicado a otros conceptos.
- **Subsunción correlativa:** en este tipo de aprendizaje, el estudiante diversifica su conocimiento y pone en juego su saber al ampliarlo a escenarios mucho más diversos y enriquecedores; aquí precisa de una modificación más compleja y mayor flexibilidad cognitiva, pues necesita hacer una transferencia de contextos que aparentemente pueden resultar disímiles.
- **Subsunción ordinal:** en la teoría del aprendizaje significativo, un nuevo conocimiento se puede aprender por relación directa con un saber existente en la estructura cognitiva previa.
- **Subsunción supraordinal:** para Ausubel los conceptos categoriales tienen siempre una estructura jerarquizada dentro de los modelos explicativos del aprendiz y entender la posición de estos es determinante al momento de presentar nuevos conceptos.

Para permitir que los estudiantes desarrollen por sus propios medios un verdadero aprendizaje, el rol del docente en la institución educativa el Dorado migra desde un simple presentador de información, hacia un mediador intencionado de habilidades cognitivas; para ello es fundamental que identifique en sus alumnos la estructura cognitiva que tienen y sus respectivos subsunsores a fin que estos permitan la asimilación del nuevo concepto, igualmente el docente de esta institución entiende que ningún estudiante puede aprender, si antes no está dispuesto a hacerlo.

Por ello, la motivación es otro de los factores fundamentales y de mayor relevancia que se debe asumir dentro de la propuesta metodológica; para ello se tienen diferentes alternativas, sin embargo atendiendo a la teoría cognitiva de las inteligencias múltiples propuesta por Howard Gardner (2011) es posible potenciar significativamente el trabajo y la calidad de la producción del estudiante si se crean espacios donde estas habilidades propias o adquiridas puedan desenvolverse y expresarse libremente a partir de las capacidades de cada estudiante.

No obstante, Ausubel establece la diferencia, pero también la relación entre aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico, acá él formaliza su abordaje a partir de uno de los elementos más relevantes en este tópico como es el de los “subsunsores”.

De la misma manera, Ausubel, según Da Silva (2017), trata de forma muy puntual aspectos referentes al aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje por recepción, allí puntualiza que, en el aprendizaje por recepción, el contenido o motivo de aprendizaje se le presenta al alumno en su forma final. De manera análoga, esto exige que se asimile o interiorice los recursos que se ofrecen a los niños, de tal modo que este puede usarlo libremente en cualquier otro momento o en cualquier otra situación.

Por otro lado, para Ausubel (1983), cuando tipifica su concepción de aprendizaje desde la teoría del aprendizaje por descubrimiento, este a su vez evoca que lo que va a ser aprendido no se da en su forma final, sino que debe ser reconstruido por el alumno antes de ser aprendido.

Con respecto a los requisitos que exige el aprendizaje significativo, Ausubel (1983) propone:

- 1 Debe existir en el estudiante, un interés y una clara disposición de querer aprender y esto es posiblemente uno de los elementos que los sistemas educativos no han valorado suficientemente; en este interés o disposición el alumno debe relacionar de manera sustancial y no arbitraria la nueva información que recibe con la estructura mental previa, siendo primero el material potencialmente significativo es decir, la información susceptible de relacionarse racionalmente sobre una base no arbitraria.
- 2 Este material potencialmente significativo conlleva según Ausubel a que pueda relacionarse de manera no arbitral y sustancial, es decir, la relación se hace entre las generalidades y no al pie de la letra con la estructura mental previa que posee el alumno.
- 3 Ausubel acentúa la importancia de la existencia de una predisposición para el aprendizaje por parte del estudiante para que la relación se pueda establecer de forma sustantiva y no literal con las estructuras cognitivas previas.
- 4 Cuando el significado potencial o nuevo saber es asimilado por la estructura previa se convierte en estructura cognitiva nueva, que también es diferenciada e idiosincrática particular para cada estudiante; este es el resultado entonces de lo que Ausubel denomina un aprendizaje significativo adquiriendo este un significado psicológico para el alumno.

A su vez, Ausubel (1983) realiza una categorización del aprendizaje significativo a saber:

- El aprendizaje de representaciones
- Aprendizaje de conceptos
- Aprendizaje de proposiciones

El aprendizaje de representaciones se enfoca en la atribución de significados a determinados símbolos, mientras que el aprendizaje de conceptos se refiere también a un aprendizaje de representaciones, no obstante, el autor refiere que, en estos aprendizajes, los objetos, los sistemas, los eventos y las condiciones en las cuales se representa un problema o características se le asignan atributos de criterios comunes y estos a su vez requieren de la asignación de símbolo o signos apropiados.

Siguiendo esta misma línea, se puede decir que el aprendizaje por proposiciones exige como lo afirman Merchán -Cruz et al. (2011) que "...Captar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones y a su vez implica la combinación y relación de varias palabras". (p. 51).

Al mismo tiempo, Ausubel (1983) realiza de manera explícita un abordaje bastante interesante de lo que él denomina "Principio de Asimilación", al cual se refiere como "La interacción entre el nuevo material que será aprendido y la estructura cognoscitiva existente", y en relación con este mismo tema expone que este tipo de aprendizaje interactúa directamente con los siguientes aprendizajes:

- El aprendizaje subordinado
- Aprendizaje supra ordenado
- Aprendizaje combinatorio

Ausubel presenta las características fundamentales al rededor de esta temática, de la siguiente manera:

- La información que llega nueva, el estudiante la relaciona con los conocimientos y la estructura cognitiva que anteriormente posee; esto implica que existe una relación de subordinación entre el material que llega con la estructura cerebral que existe antes de ese momento; esto es un principio de subsunción.
- La proposición nueva establece relaciones bidireccionales con las ideas subordinadas permitiendo que el estudiante construya un

razonamiento de naturaleza inductiva cuando estos dos tipos de materiales se sobreponen entre sí.

- Se debe entender que este nuevo conocimiento no establece, en primera instancia, por lo menos, una relación de subordinación ni de su ordenación con la estructura mental previa, sino que existe una relación que se construye de forma general con los aspectos más representativos, relevantes y significativos de la estructura cognitiva previa.

Finalmente, Ausubel (1983) realiza una diferenciación progresiva y reconciliación integradora, para lo cual sugiere considerar:

- La diferenciación progresiva y la reconciliación integradora son procesos estrechamente relacionados.
- Los conceptos de diferenciación progresiva y reconciliación integradora.
- En el proceso de asimilación las ideas previas existentes en la estructura cognitiva se modifican adquiriendo nuevos significados.

Estos conceptos de diferenciación progresiva y reconciliación integradora, son las herramientas que deberían aprovechar los sistemas educativos, para potenciar el aprendizaje y mejorar las didácticas o metodologías en las escuelas.

7.3 El aprendizaje significativo y las matemáticas

Acerca de la inserción del aprendizaje significativo en la enseñanza de las matemáticas, el MinEducación ha incluido dentro de la guía de Estándares básicos de competencias en matemáticas ciertas disposiciones inherentes a considerar autores propios de este tipo de metodologías en las que se menciona particularmente lo siguiente:

Sin utilizar todavía la conceptualización y la terminología actual de las competencias, la visión sobre las matemáticas escolares propuesta en los Lineamientos Curriculares de Matemáticas preparaba ya

la transición hacia el dominio de las competencias al incorporar una consideración pragmática e instrumental del conocimiento matemático, en la cual se utilizaban los conceptos, proposiciones, sistemas y estructuras matemáticas como herramientas eficaces mediante las cuales se llevaban a la práctica determinados tipos de pensamiento lógico y matemático dentro y fuera de la institución educativa. También pueden reinterpretarse como potentes precursores del discurso actual sobre las competencias la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, Novak y Gowin, y la de la enseñanza para la comprensión de Perkins, Gardner, Wiske y otros. (MinEducación, 2006, pp. 48-49)

Con esto se magnifica la transversalidad de las diferentes formas, modelos y metodologías educativas que se deben reconocer para poder especificar diferentes estrategias para la aprehensión del conocimiento matemático de los estudiantes en el aula de clase. Al respecto, Moreira (1997) plantea:

La conversión de relaciones sociales en procesos mentales superiores no es directa, está determinada por instrumentos y signos. Instrumento es algo que puede usarse para hacer alguna cosa; signo es algo que significa alguna otra cosa. Existen tres tipos de signos: indicadores son aquellos que tienen una relación de causa y efecto con aquello que significan (humo, por ejemplo, significa fuego porque es causada por el fuego); icónicos son los que son imágenes o diseños de aquello que significan; simbólicos son los que tienen una relación abstracta con lo que significan. Las palabras, por ejemplo, son signos (simbólicos) lingüísticos; los números son signos (también simbólicos) matemáticos. La lengua, hablada o escrita, y las matemáticas son sistemas de signos. (p. 8)

Si se busca una relación directa en cada uno de los tópicos en los que se enmarcan las matemáticas, se evidencia una estrecha correspondencia entre las posturas de este autor y la teoría ausubeliana, lo que se quiere decir es que el significado depende en gran parte de los signos. Además, para lograr estructurar una buena fundamentación de las matemáticas en los

estudiantes, se requiere que, este se apropie correctamente de los criterios y conceptos de la lógica formal; por tanto, al estar el estudiante bien capacitado en este tópico, se le facilitará entender cualquier otro asunto que se despliegue de allí en adelante. Dicho lo anterior, el estudiante al reconocer los símbolos que le entrega la lógica matemática procederá a interiorizar el concepto de fórmula, a continuación, apropiará el concepto de operadores binarios (and, or) y monoarios (not), con los cuales el ser humano iniciará la concepción de fórmulas bien formadas, dando lugar a la conformación de un lenguaje basado en un alfabeto matemático constituido por un universo de signos. Como resultado de esto, el estudiante cuando aprende matemáticas constantemente está usando símbolos con lo que trata dar solución a problemas que matemáticamente puedan tener solución.

Pensar matemáticamente, requiere que el estudiante adquiera un léxico propio del lenguaje matemático, a lo que se hace referencia es a que se necesita que este apropie e interiorice en lo más profundo de su cerebro las estructuras matemáticas, suficientes para poder dar solución a un problema que se le presente.

El hecho de que un estudiante inicie el abordaje matemático desde la teoría de conjuntos le facilitará a futuro resignificar operaciones que sufren transformaciones de aplicación como la unión e intersección de conjuntos que se convertirán luego en operadores como el “o”, “y” hablando propiamente desde la teoría básica de probabilidad y desde la lógica matemática, como ya se analizó anteriormente. Algo semejante, sucede con los procesos de significación y transformación que desde el pensamiento numérico adquieren las cuatro operaciones básicas (suma, resta, multiplicación, división), y al enseñar al estudiante no solo el símbolo, sino también la justificación del resultado obtenido, este estará afianzando en su pensamiento una relación directa (significado) entre el símbolo usado y cada argumento que aparece involucrado en la operación matemática desarrollada.

Cabe mencionar que, un aspecto evidente desde esta perspectiva tiene que ver con la transición que realizan los estudiantes cuando ingresan a grado

8° y 9° de educación básica, allí el estudiante no solo deberá afrontar el reto de interiorizar fuertemente el concepto de variable sino que deberá tener que retomar y asimilar la transformación de bases fundamentales del álgebra como es el caso de la factorización, para lograr que este tópico tenga relación con el objeto de saber que el estudiante ya poseía, el docente deberá explicar cómo se llaman los componentes de la multiplicación (factores), y partir de allí definir “la factorización como el proceso de transformar una expresión algebraica en otra, donde el operador principal sea la multiplicación (signo \times)”.

De igual manera sucede con la fundamentación del concepto de área en el pensamiento geométrico, allí no solo se le enseña al estudiante el concepto de medida, sino que también se le fundamenta uno de los conceptos de mayor abstracción que existe en la enseñanza de los tópicos de un pensamiento aleatorio y es el de “probabilidad”, ahora bien, en un escenario todavía más complejo se estará dando puntadas al concepto de integral.

Pensar matemáticamente requiere que el estudiante esté llevando y trayendo de la zona de aproximación conceptos, símbolos y fórmulas para poder con ello dar una respuesta acertada a las situaciones de este tipo que se le presenten.

7.4 Enseñanza para la comprensión

El constructivismo proporciona un marco teórico sólido sobre cómo se construye el conocimiento y el rol que cumple el estudiante en su formación. Por su parte, la teoría del aprendizaje significativo establece específicamente los procesos internos cognitivos del individuo en torno a cómo aprende y bajo qué condiciones debe estar presente para que esto ocurra. La enseñanza para la comprensión hace una reflexión más desde el quehacer docente sobre los procesos de gestión curricular que debe hacer como mediador del proceso, para facilitar el aprendizaje de sus estudiantes. Esta propuesta fue desarrollada por David Perkins en la década de 1990, dentro de un proyecto impulsado por la Universidad de Harvard denominado Proyecto Cero (Harvard University, 2014).

Para definir qué es la enseñanza para la comprensión, es fundamental, como se evidencia en la figura 7.2, partir de unos supuestos comunes de lo que significa comprensión. Para ello, y a partir del mismo postulado de Perkins y Blythe (1994), citados en Patiño (2012) se indica:

Comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe. [...] la comprensión de un tópico es la capacidad de un desempeño flexible. (p. 4)

Figura 7.2. Esquema básico de la enseñanza para la comprensión (EPC)



Fuente: adaptado de Harvard University (2014).

Cuando una persona es capaz de resolver un problema e interpretar una situación dando una explicación en el lenguaje que maneja, cuando tiene capacidad de establecer una posición crítica frente a una situación específica, poniendo en juego y en evidencia lo que sabe, se podría pensar que tiene

cierto nivel de comprensión sobre ese tópico. Ahora, el problema estriba en el hecho de cómo el docente puede saber si su estudiante comprende o no, ya que la comprensión es un objeto de conocimiento latente y no tangible, es un objeto abstracto que descansa en la posesión de la estructura mental de representación adecuada (Perkins, 1999); la única forma de aproximarse a esta pregunta es a través de los desempeños de comprensión, que como elementos tangibles dan una idea de si las metas son alcanzadas por el estudiante.

Para la construcción de un marco común en una propuesta pedagógica coherente con el fin de que ocurra una verdadera comprensión por el estudiante, demanda de los equipos interdisciplinarios, tanto de docentes como de los directivos docentes y del personal administrativo, una profunda reflexión en, al menos, cuatro preguntas: ¿qué tópicos vale la pena comprender?, ¿qué aspectos de esos tópicos deben ser comprendidos?, ¿cómo podemos promover la comprensión?, ¿cómo podemos averiguar lo que comprenden los alumnos? (Stone, 1999). La enseñanza para la comprensión desarrolla toda una estructura articulada para dar respuesta de forma intencionada y funcional a estos cuatro elementos. La figura 7.2 ilustra la propuesta del grupo investigador del Proyecto Cero de la Universidad de Harvard.

Y aunque pueden parecer cotidianos y de amplia aplicación entre docentes e instituciones, cada uno tiene un trasfondo bien estructurado desde los principios pedagógicos del constructivismo. A continuación, se plantean los elementos más representativos de estas categorías.

Los tópicos generativos están relacionados con el plan de estudios del currículo institucional, el cual se entiende como la forma en que la sociedad administra los recursos para seleccionar, clasificar, distribuir y evaluar el conocimiento público (Bernstein, 2000), siendo una forma de control social. Pero, más allá de las implicaciones político-educativas, se debe entender el currículo como forma de organización para que la cultura sea aprendida (Iafrancesco, 2003), y esa decisión debería ser tomada tanto por alumnos como por docentes.

Con el desarrollo vertiginoso y mediático de las ciencias, es imposible verlas a todas en la escuela y, de hecho, aun escogiendo algunas de ellas para ser aprendidas, existe un inmenso volumen de información que vuelve a imposibilitar la comprensión integral de cada una. Le corresponde entonces a los partícipes del proceso educativo decidir inteligentemente qué tópicos generativos deberían ser enseñados y consecuentemente aprendidos, sobre los cuales es posible hacer construcción e investigación, a la vez que pudieran mantener el interés de los alumnos, además, vincularse con otros tópicos, no necesariamente disciplinares.

Por su parte, las metas de comprensión definen de manera expresa y concreta lo que se espera que los alumnos lleguen a comprender, así como establecen los objetivos que cada alumno debe alcanzar con sus propios ritmos de aprendizaje, entre los tópicos generativos, flexibilizando el camino que cada estudiante recorre para alcanzar esa meta. Escoger estas metas de comprensión no siempre es sencillo y demanda del docente un excelente conocimiento, tanto disciplinar como pedagógico. Y en ese sentido, la concurrencia de otros profesionales y pares académicos permite la identificación de las metas verdaderas alejándose de la interpretación particular y sesgada de cada docente. Entre las características que deberían poseer estas metas según Stone (1999, pp. 215-237) están:

- **Explícitas y públicas:** en tanto que ayudan a todos a saber hacia dónde se dirige el proceso educativo y los vincula de forma activa con su consecución.
- **Dispuestas en una estructura compleja:** las estructuras complejas para las metas de comprensión clarifican las conexiones entre cualquier ejercicio particular y los objetivos más generales del curso.
- **Centrales para la materia:** es importante que las metas de comprensión se centren en las ideas, la investigación y las formas de comunicación.

Además, estas metas deberían tener cuatro elementos comunes que articulan el alcance de la comprensión como los conocimientos, los métodos, los propósitos y las formas de expresión.

Los desempeños de comprensión son posiblemente los elementos de mayor relevancia en la enseñanza para la comprensión, ya que, al ser la comprensión un estado mental, solo es posible tener una aproximación del nivel de alcance de esa comprensión en la medida en que los estudiantes la hacen explícitas para sus pares, al resolver situaciones en el mundo concreto. En este punto, es importante hacer distinciones claras entre un conjunto de actividades y los desempeños de comprensión, pues es común ver en las escuelas activismo que no tiene una intencionalidad clara y tampoco le apunta a una meta de comprensión, ya que esta, tal como lo establece Perkins (1992), se basa en ir más allá de la simple posesión de la información, para ponerla en contexto y resolver problemas de forma flexible. Entre las características que debe tener un desempeño para la comprensión, según Stone (1999) son:

- Se enlazan directamente a una meta de comprensión
- Facilitan desarrollar y también aplicar la comprensión por medio de la práctica
- Usan diferentes formas de aprendizaje y formas de expresión
- Originan y fermentan un compromiso reflexivo con tareas que entrañan un desafío y que son posibles de realizar
- Ayudan a demostrar la comprensión

De la misma manera que en las metas de comprensión, la participación de diversos agentes mejora la complejidad de los desempeños de comprensión, y los vuelven más generales e integradores.

La evaluación diagnóstica continua, el cuarto y último elemento de la enseñanza para la comprensión, se vuelve connatural al proceso, pues hace una autorreflexión de la calidad de los desempeños evidenciados a la luz de modelos esperados o comparativamente con desempeños alcanzados por los pares académicos, lo que refuerza y retroalimenta el aprendizaje. Esta realimentación lleva a los participantes del proceso educativo a la redefinición continua de metas de comprensión, la construcción de nuevos desempeños o el ajuste de los existentes, e incluso a la reflexión sobre los mismos tópicos generativos. Esta evaluación continua permite a la vez

tanto a docentes como alumnos compartir la responsabilidad de analizar los niveles de avance hacia desempeños de alta calidad de los estudiantes, quienes en borrador van construyéndolos con acompañamiento del docente.

Finalmente, es importante recalcar que la enseñanza para la comprensión no está pensada para organizar la forma en que se enseña una asignatura en el salón de clase, sino que ofrece una alternativa para el desarrollo profesional del docente, al igual que la organización inteligente de la escuela, por tanto, no puede entenderse como una suma de partes, sino como una estructura integradora e intencionada de modificación de las prácticas de aula y en el contexto en que se lleva a cabo la actividad formativa del educando.

7.5 Consideraciones y reflexiones

Hablar de constructivismo y aprendizaje significativo es hablar de dos grandes métodos o modelos pedagógicos que han incursionado en los sistemas educativos desde hace muchos años.

A pesar de ser modelos antiguos, no han perdido vigencia. En primer lugar, el constructivismo fundamentado en los presaberes del estudiante alrededor de algún tema que se le propone y en consonancia con la forma de estructuración que le da el alumno a esa información para convertirla en un nuevo constructo de pensamiento (conocimiento), se mantiene vigente en algunas teorías emergentes como el triángulo interactivo de César Coll, quien propone la interacción directa entre estudiante-contenido-docente, en que se evidencia la existencia de la construcción del nuevo conocimiento de forma mancomunada entre estos tres actores.

Al hablar de aprendizaje significativo, se puede encontrar que, al igual que su antecesor, este todavía hace parte de las alternativas para poder identificar la apropiación de conceptos por los estudiantes en concordancia con cada uno de los criterios que ha dispuesto para ello el docente. Dar significancia a un concepto es algo que no se logra de la noche a la mañana, se requiere potenciar ciertas habilidades de aprehensión de los estudiantes, y para ello desempeña un papel trascendental la planeación, dosificación

y evaluación de contenidos en la gestión curricular que lleva a cabo el maestro. En cuanto a la enseñanza de las matemáticas, se evidencia que estos modelos pedagógicos son los que más se acercan a una realidad operativa de esta disciplina. Esta aseveración se fundamenta concretamente en que la aprehensión de los paradigmas de contar, medir y ordenar requiere procesos como la evocación de saberes previos para poder dar una solución adecuada a algún problema que se proponga.

Entonces, el aprendizaje significativo refleja el punto de vista que cada estudiante le puede dar a un concepto. Para ello, este deberá presentar evidencia de un correcto uso pedagógico de fórmulas y signos en la resolución adecuada de un problema matemático.

Por otro lado, y a partir de que uno de los problemas más álgidos que se hallan en la enseñanza de las matemáticas radica en que en las aulas no se utiliza material concreto que le facilite al estudiante no solo desde la teoría sino también desde la práctica apropiar de una manera tangible las bases epistemológicas que componen el saber matemático, por lo que se recomienda en lo posible se involucre la geometría en la enseñanza de los tópicos matemáticos en los que se puedan usar estos objetos y elementos propios de este pensamiento.

En consonancia con esta postura, el MinEducación (2006) promueve en los Estándares básicos de Competencias en Matemáticas lo siguiente:

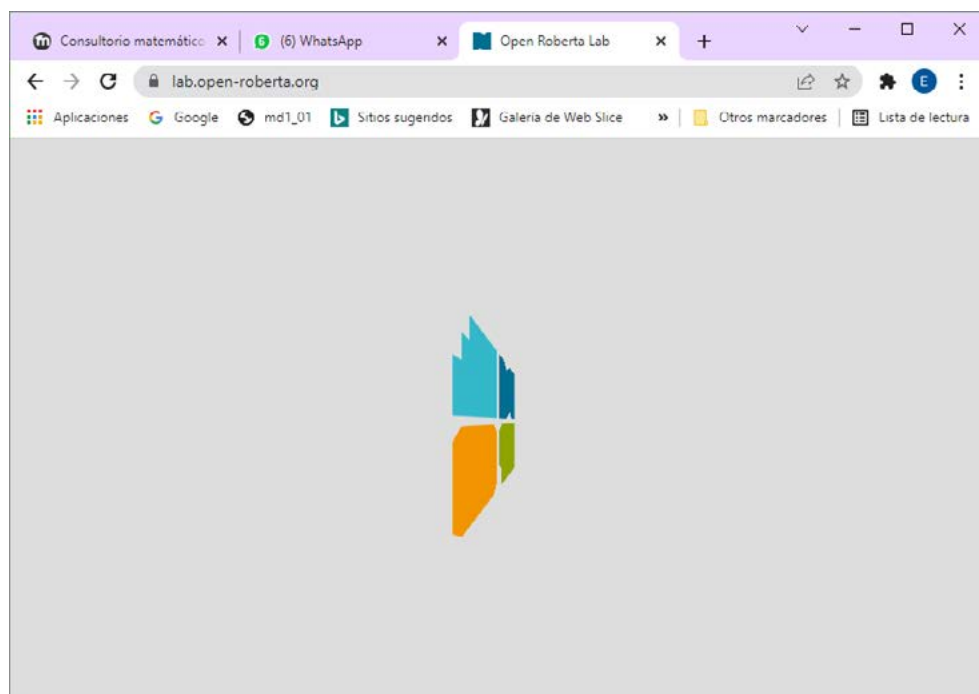
Posteriormente, y a medida que se complejizan los sistemas de representación del espacio, en un segundo momento se hace necesaria la metrización, pues ya no es suficiente con decir que algo está cerca o lejos de algo, sino que es necesario determinar qué tan cerca o qué tan lejos está. Esto significa un salto de lo cualitativo a lo cuantitativo, lo cual hace aparecer nuevas propiedades y relaciones entre los objetos. De esta manera, la percepción geométrica se complejiza y ahora las propiedades de los objetos se deben no solo a sus relaciones con los demás, sino también a sus medidas y a las relaciones entre ellas. (p. 61)

Igualmente, y a partir de estas premisas, se les planteó a los estudiantes desarrollar actividades orientadas a este tópico, usando los dispositivos robóticos Lego Mindstorms. Esta vez se precisa que, debido a que no siempre se contaba con la facilidad de acceder a estos dispositivos, las actividades se implementaron en un simulador de EV3.

Por tanto, se usó la interfaz “Open Roberta”, la cual corresponde a una iniciativa para la educación de origen alemán, que significa “Roberta: Aprender con robots”, una versión de laboratorios que permite simular precisamente rutinas para ser ejecutadas por dispositivos robóticos Lego Mindstorms, que viene operando desde 2013.

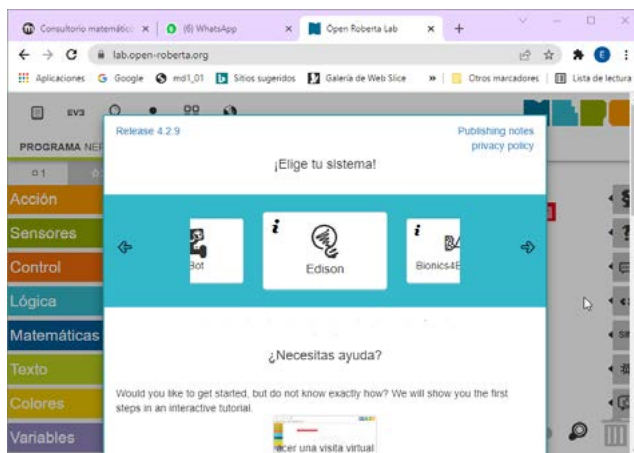
En primera instancia, se ingresa a la plataforma “Open Roberta” usando el link <https://lab.open-roberta.org/>

Figura 7.3. Página principal de la interfaz Roberta Lab



Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Figura 7.4. Página principal de la interfaz Roberta Lab. (Sistema)



Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Luego, se elige un sistema, para este caso se selecciona EV3, que corresponde a una de las versiones de dispositivos robóticos Lego Mindstorms.

Enseguida, se usan los diferentes comandos para la elaboración de algoritmos conducentes a la creación de rutinas encaminadas a que el dispositivo robótico Lego Mindstorms siga trayectorias en forma de triángulo y cuadrado.

Figura 7.5. Bloque de acciones

Categoría	Notas
Acción	Incluye bloques para que el robot se realice directamente.
Sensores	Contiene bloques para todos los sensores estándar del sistema EV3.
Controlar	Incluye bloques para el control de la secuencia del programa. La categoría incluye los siguientes bloques: If .. do, If .. do .. else, repetir indefinidamente, repetir .. veces, esperar .. ms, esperar hasta ..
Lógica	Con los bloques «lógicos» se pueden crear condiciones. Con esta condición, puede interrelacionar estados, valores y eventos entre sí.
Matemáticas	Operadores matemáticos y bloques de parámetros.
Lista	Incluye bloques para crear una lista y buscar u ordenar elementos de la lista.

Fuente: <https://robomatrix.org>

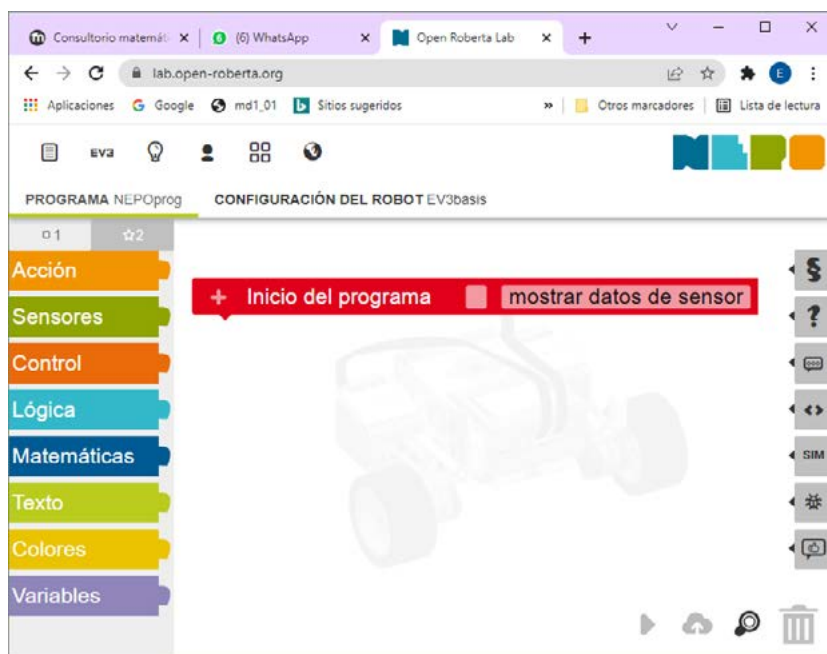
Después de ingresar a la interfaz de programación que se compone de un grupo de bloques relacionados con los sensores que contienen los dispositivos robóticos Lego Mindstorms, también se debe precisar que el paradigma de programación que se usa se denomina NEPO, el cual propone desarrollar algorítmicamente rutinas a partir de la “operación secuencial”, según la Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (2009).

A continuación, se ilustra un ejercicio desarrollado con los estudiantes de los semestre iniciales.

7.5.1. Siguiendo una trayectoria triangular

Usando los diferentes bloques o librerías de programación que ofrece esta interfaz de programación, se da inicio a la secuencia algorítmica que simule el seguimiento de una trayectoria triangular de un dispositivo robótico Lego Mindstorms.

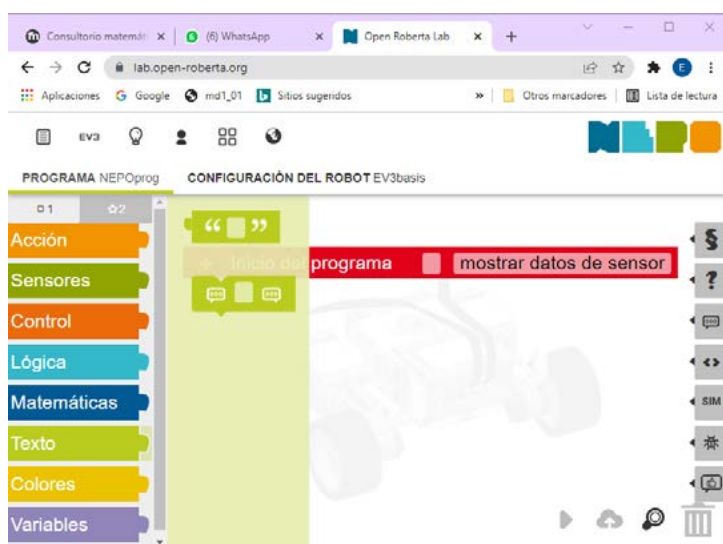
Figura 7.6. Interfaz de programación (Roberta Lab)



Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Dentro de la interfaz, se carga el bloque denominado “inicio del programa” (mostrar datos del sensor) y se accede al “bloque de texto” para argumentar la secuencia que se desea llevar a cabo.

Figura 7.7. Agregando bloque de texto.



Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Luego, se argumenta la aplicación con el texto “Práctica de geometría”, después se pasa al desarrollo del algoritmo para mover el robot hacia delante y que realice unos respectivos giros para ir siguiendo las trayectorias de triángulo y cuadrado.

Figura 7.8. Agregando texto a la interfaz de programación



A continuación, se inicia con el desarrollo de la secuencia que permite al robot moverse hacia delante y también realizar los respectivos giros para conformar las trayectorias solicitadas. Para ello, se usa el bloque de acción, donde se selecciona la opción de “Mover hacia delante”, y se asigna la velocidad y la distancia como parámetros de la programación necesaria para que desde estas instrucciones el dispositivo robótico Lego Mindstorms pueda realizar la tarea solicitada.

Figura 7.9. Bloque de acción (asignando velocidad y distancia)

Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Por otra parte, se ha de programar el giro que debe seguir el dispositivo robótico, la velocidad y los grados.

Figura 7.10. Bloque de acción (giro y velocidad)

Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Para terminar, y verificar que esta secuencia se ejecuta correctamente, se hace clic en el botón de simulación que presenta esta interfaz y se activa la opción “Iniciar programa en la simulación”.

Figura 7.11. Botón de simulación Este comando permite visualizar la secuencia de comandos que se programaron por medio de cada uno de los bloques de programación.

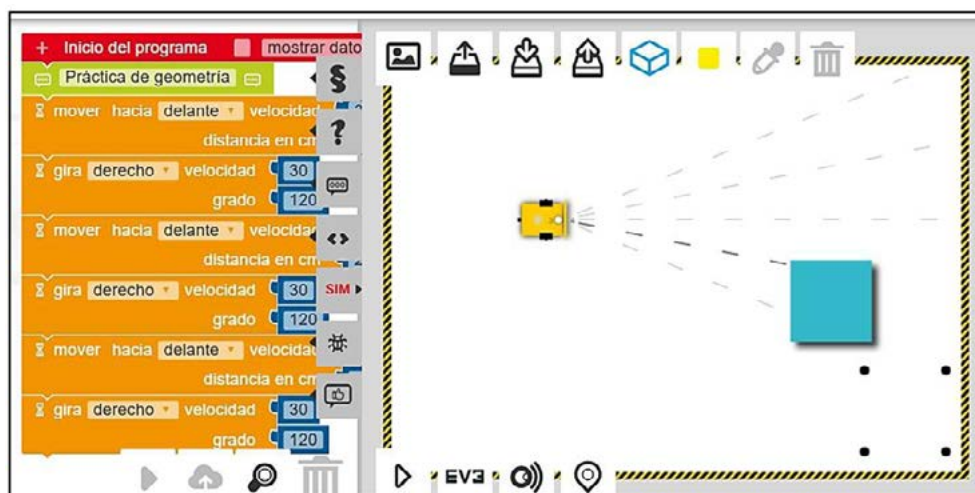


Figura 7.12. Iniciar programa en la simulación



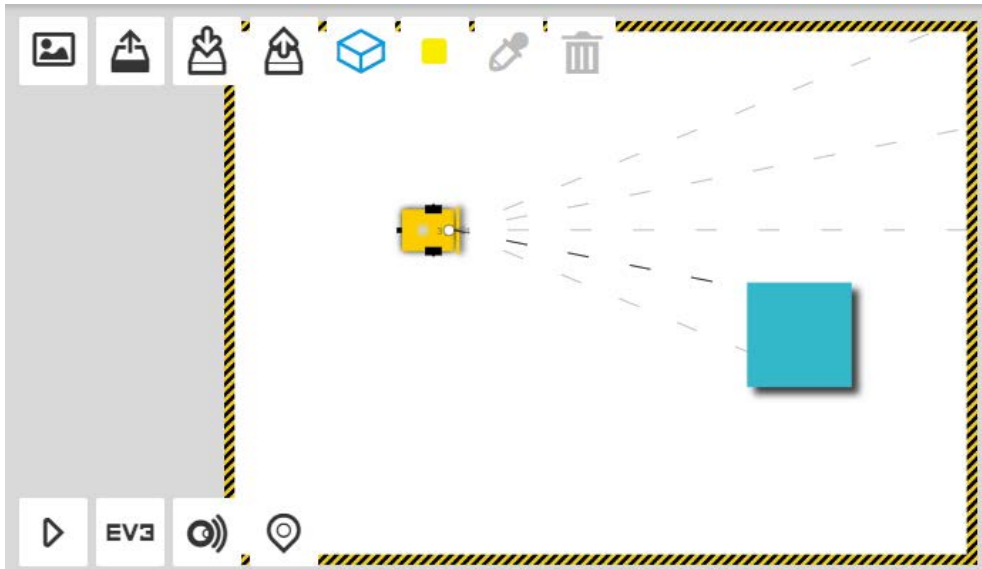
Este comando inicia la secuencia de comandos dispuesta en la interfaz de programación.

Figura 7.13. Corriendo la aplicación (simulador)



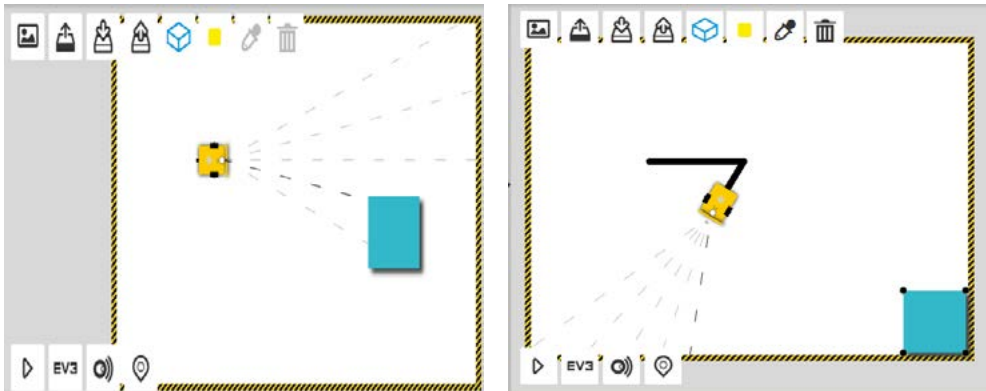
Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Figura 7.14. Iniciando la secuencia (simulador)



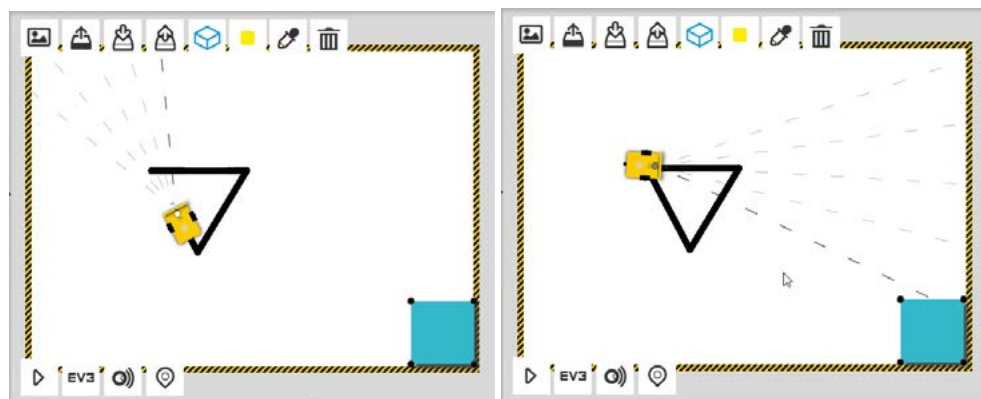
Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Figura 7.15. Siguiendo la trayectoria (triangular)



Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Figura 7.16. Siguiendo la trayectoria (triangular-proceso terminado)



Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

7.5.2 Siguiendo una trayectoria cuadrada

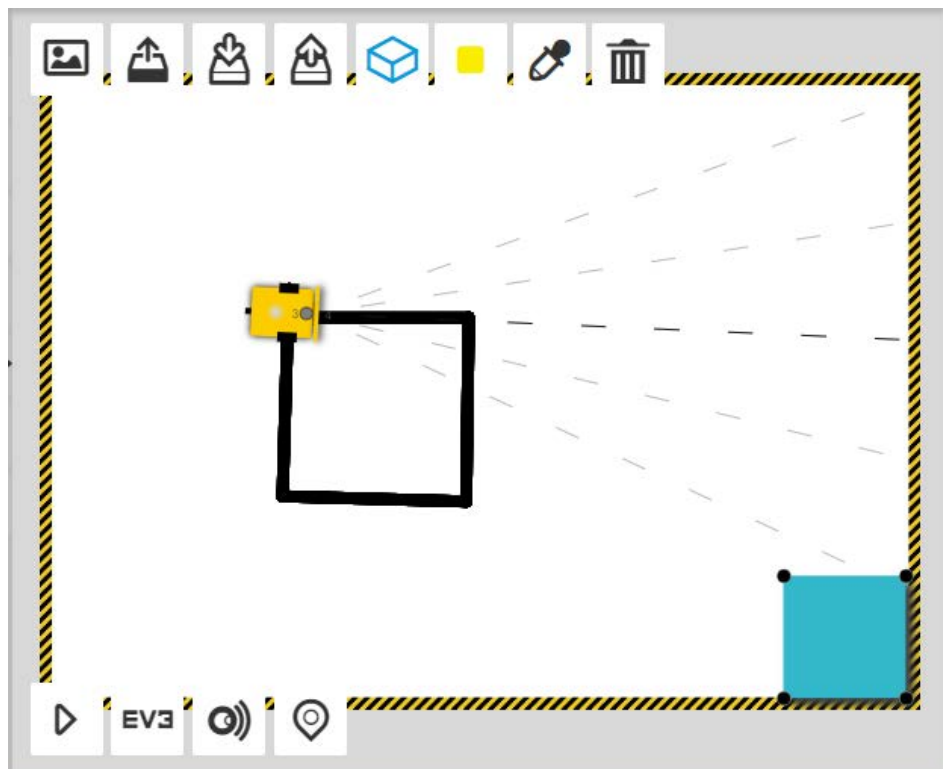
Se procede de la misma manera que en la actividad planteada para que el dispositivo robótico siguiera una secuencia triangular. La variación se presenta en los giros que debe realizar el dispositivo robótico Lego Mindstorms.

Figura 7.17. Trayectoria (cuadrado)



Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Figura 7.18. Siguiendo la trayectoria (cuadrado-proceso terminado)

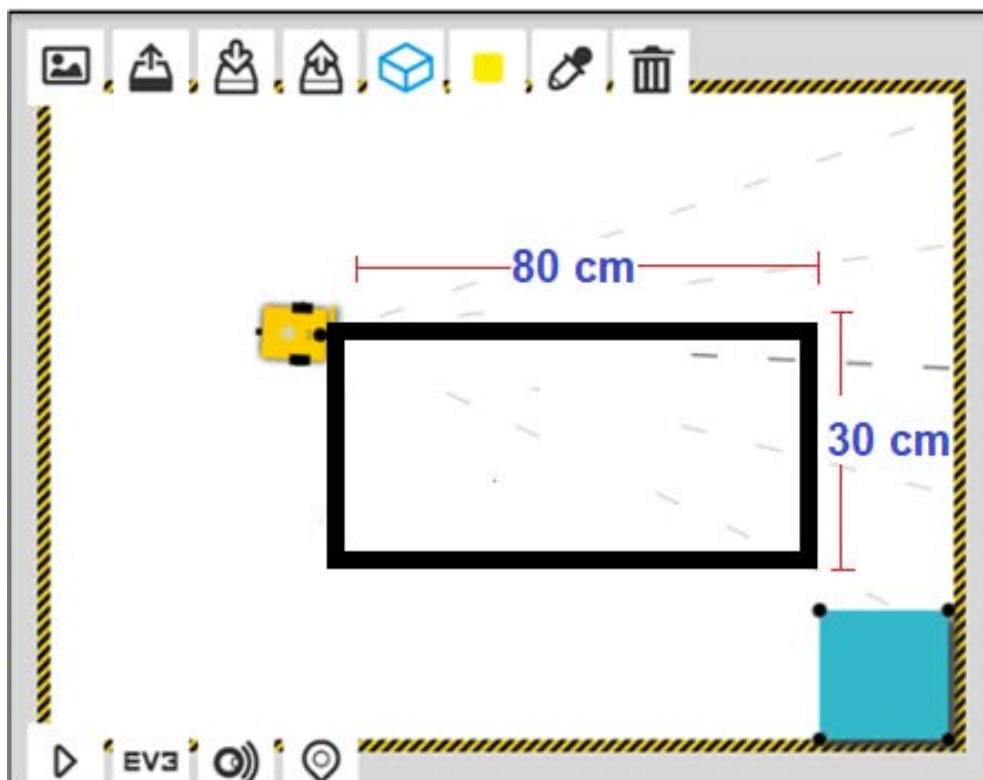


Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Para que los estudiantes participantes del proceso investigativo vayan apropiado competencias en el uso de la plataforma Roberta Lab, se les propone desarrollar los siguientes retos:



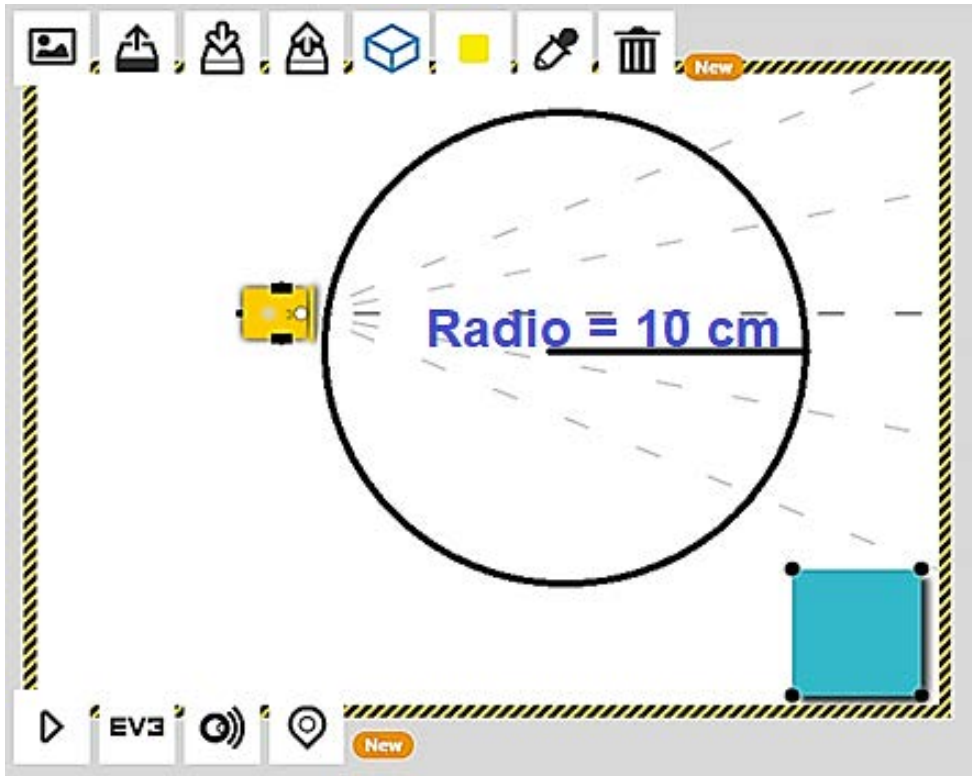
Realizar una secuencia en el simulador Roberta Lab siguiendo la siguiente trayectoria.

Figura 7.19. Trayectoria rectangular

Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

Reto 2

Realizar una secuencia en el simulador Roberta Lab siguiendo la siguiente trayectoria.

Figura 7.20. Trayectoria circular

Fuente: <https://lab.open-roberta.org/>

BIBLIOGRAFÍA

- Ato García, M. (2007). Modelos de procesamiento de información en psicología. En M. Ato García y G. Vallejo Seco, Diseños experimentales en psicología (pp. 107-131). Pirámide
- Ausubel, D. P. (1963). The psychology of meaningful verbal learning. Grune y Stration
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1, 1-10. https://www.academia.edu/download/36648472/Aprendizaje_significativo.pdf
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. Trillas
- Baquero, R. (1997). Vygotsky y el aprendizaje escolar. Aique
- Bernstein, B. (2000). Pedagogy symbolic control and Identity: Theory, research, critique. Rowman y Littlefield Publishers
- Carretero, M. (1997). ¿Qué es el constructivismo. Progreso. Recuperado de: [http://www.educando.edu.do/Userfiles P, 1, 39-71](http://www.educando.edu.do/Userfiles/P,1,39-71).
- Carretero, M. (2005). ¿Qué es el constructivismo? En Constructivismo y Educación (pp. 24-25). Progreso
- Coll Salvador, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: Ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. Anuario de Psicología, 69(1), 153-178. <https://doi.org/10.1344/%25x>
- Coll Salvador, C. (2001). Constructivismo y educación: La concepción constructivista del aprendizaje. En J. Palacios González, Á. Marchesi Ullastres y C. Coll Salvador (eds.), Desarrollo psicológico en

- educación. Vol. 2: Psicología de la educación escolar (pp. 157-186). Alianza.
- Da Silva, A. R. (2017). Caracterización del paradigma cognitivo y sus implicaciones educativas. *Revista Vinculando*.
- Fraunhofer IAIS. (2018). Online-Programmierungsumgebung für Roboter mit der grafischen Programmiersprache NEPO®. <https://lab.open-roberta.org/>
- Gardner, H. (2011). The education of intelligences. En H. Gardner, *Frames of mind: The theory of multiple intelligences* (pp. 405-437). Basic Books.
- Glaserfeld, E. V. (1982). An interpretation of Piaget's constructivism. *Revue Internationale de Philosophie*, 36(4), 612-635
- Harvard University. (2014). Proyect Zero. <http://www.pz.harvard.edu/>
- Iafrancesco, G. (2003). Nuevos fundamentos para la transformación curricular: A propósito de los estándares. *Magisterio*
- Merchán-Cruz, E. A., Lugo-González, E. y Hernández-Gómez, L. H. (2011). Aprendizaje significativo apoyado en la creatividad e innovación. *Metodología de la Ciencia*, 3(1), 47-61. <http://ammci.org.mx/revista/pdf/Numero3/4art.pdf>
- Ministerio de Educación de Colombia. (2006). Estándares básicos de competencias en matemáticas. <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-116042.html>
- Moreira, M. A., Caballero, M. C. y Rodríguez, M. L. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo*, 19(44), 1-16. <https://www.academia.edu/download/40784677/apsigsubesp.pdf>

- Patiño, S. (2012). La enseñanza para la comprensión (enseñanza para la comprensión): Propuesta metodológica centrada en el aprendizaje del estudiante. *Revista Humanizarte*, 5(8), 1-10. https://www.academia.edu/download/36368238/Estudio_para_la_compreension4.pdf
- Perkins, D. (1992). The alarm bells. En *Smart schools: From training memories to educating minds* (pp. 19-42). The Free Press
- Perkins, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? En M. Stone (ed.), *La enseñanza para la comprensión* (pp. 69-95). Paidós
- Perkins, D. y Blythe, T. (1994). Putting understanding up front. *Educational Leadership*, 51, 4-4. <http://www.msurbanstem.org/teamtwo/wp-content/uploads/2015/07/TuF-Understanding-up-Front.pdf>
- Ruso, R. C. (2001). El concepto de zona de desarrollo próximo: una interpretación. *Revista Cubana de Psicología*, 18(1), 72-76. <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rcp/v18n1/09.pdf>
- Serrano González-Tejero, J. M. y Pons Parra, R. M. (2011). El constructivismo hoy: Enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1-27. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-40412011000100001&script=sci_abstract&tlng=pt
- Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. (2009). *Robomatrix*. <https://robomatrix.org/>
- Stone, M. (1999). Qué es la enseñanza para la comprensión. En M. Stone (ed.), *La enseñanza para la comprensión: Vinculación entre la investigación y la práctica* (pp. 14-28). Paidós
- Tünnermann Bernheim, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, núm. 48, 21-32. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/373/37319199005.pdf>



- Urdaneta, G. y Guanipa, M. (2009). Estructuras e interacciones en la construcción del conocimiento. Una propuesta a partir del planteamiento teórico de Piaget y Vygotsky. *Educare*, 13(3), 77-99. <https://revistas.investigacion-upelipb.com/index.php/educare/article/view/254>
- Villar, F. (2003a). El enfoque constructivista de Piaget. <https://docs.google.com/presentation/d/1OclGfdD1jHTE5VFHKZT5oBAMiG1TEDLolEDASRGCl3Q/htmlpresent>
- Villar, F. (2003b). Psicología cognitiva y procesamiento de la información. http://personales.ya.com/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap_06_proc_info.pdf
- Von Glasersfeld, E. (1991). *Knowing without metaphysics: Aspects of the radical constructivist position*. Sage Publications
- Vygotsky, L. S. (2010). *Pensamiento y lenguaje*. Paidós