

Propuesta pedagógica: matemáticas en contexto

Pedagogical proposal: mathematics in context

Proposta pedagógica: matemática em contexto

Diego Fernando Borja Montaña¹

RESUMEN

Hablar de las matemáticas en el SENA suscita diversas opiniones, las cuales se desplazan de afirmaciones como “las matemáticas no sirven para nada” hasta aquellas que manifiestan que “son muy importantes”; estas opiniones se retoman del trabajo realizado por el Equipo de Matemáticas de la Escuela Nacional de Instructores², a partir de la experiencia alcanzada durante el pilotaje de un proyecto para fortalecer las competencias matemáticas en aprendices del Centro de Electrónica, Electricidad y Telecomunicaciones, de la Regional Distrito Capital, el Equipo de Matemáticas de la Escuela retoma elementos de esta propuesta con el objetivo de ajustarla a los contextos y necesidades de otros centros de formación en una propuesta pedagógica denominada Matemáticas en Contexto, MEC. Esta experiencia permitió la consolidación de diferentes grupos de investigación en el campo de la didáctica de las matemáticas en el contexto de la formación para el trabajo.

Palabras clave: Constructivismo, Teoría de las Situaciones Didácticas, Modelación Matemática, Mediación Tecnológica.

SUMMARY

Discussing mathematics at SENA causes several opinions, which translate to statements such as “mathematics are useless” even those that express “they are important”; these opinions are taken from a task made by the Mathematics Team at the National Instructors School, from an experience during the pilotage of a project that strengthen the mathematical competences in apprentices at the Electronics, Electricity and Telecommunications Centre, at the Capital District Regional, the Mathematics Team retake elements from this proposal with the objective of adjusting it to the specific contexts and necessities of other training centres in a pedagogical proposal named Mathematics in Context, MIC. This experience allowed to consolidate different research groups in the didactic of mathematics field within the training context for labour.

Keywords: Constructivism, Theories of Didactical Situations, Mathematic Modelling, Technological Mediation.

RESUMO

Falar de matemática no SENA levanta várias opiniões, que se movem desde afirmações como “a matemática não serve para nada” até aquelas que afirmam que “é muito importante”; esses pontos de vista foram tomados do trabalho realizado pela equipe de Matemática da Escola Nacional de Instrutores², a partir da experiência adquirida durante o piloto de um projeto para fortalecer as competências matemáticas dos aprendizes do Centro de Eletrônica, eletricidade e telecomunicações, Regional Distrito Capital, a equipe de matemática da escola retoma elementos desta proposta, a fim de ajustá-la ao contexto e às necessidades de outros centros de formação em uma proposta pedagógica denominada Matemática em Contexto, MEC. Esta experiência permitiu a consolidação de diferentes grupos de pesquisa no campo da educação matemática no contexto da formação para o trabalho.

Palabras clave: Construtivismo, Teoria das Situações Didáticas, Modelação, Matemática, Mediação Tecnológica.

Fecha de recepción: 27 de septiembre de 2016 / Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2016

¿Para qué enseñar matemáticas en la formación para el trabajo?

La finalidad de la enseñanza de las matemáticas se puede enmarcar en dos campos principales: desde lo **social**, proporciona al ciudadano común herramientas básicas para la interpretación de la enorme cantidad de información que recibe diariamente, favoreciendo así su desempeño social; de otra parte, desde el contexto **laboral**, como se resalta en Aymerich & Macario (2006) es “cualificar profesionalmente para atender las necesidades del mercado de trabajo y los retos organizativos y de gestión que tiene planteados la sociedad actual” (p. 26).

Consideraciones frente a la enseñanza de las matemáticas

Desde la perspectiva constructivista de las matemáticas el conocimiento no es objeto de enseñanza, si no debería asumirse como un *objeto de aprendizaje*; donde la interacción entre el sujeto y los objetos matemáticos le permiten a este, construir el conocimiento. Como se resalta en Armella & Waldegg (1992), en esta interacción el sujeto a partir de unas estructuras mentales que ya posee (conocimientos previos que ha adquirido a lo largo de la vida), extrae información del objeto matemático y realiza una reflexión sobre sus propias acciones (asimilación), a partir de esta nueva información se producen modificaciones en sus estructuras mentales (acomodación). Cuando el sujeto vuelve a interactuar con el objeto matemático lo concibe de manera distinta, pues ya le ha asignado una serie de significados que van co-determinando al objeto y a las estructuras mentales



del sujeto; construyéndose así, el conocimiento en un proceso continuo de asimilaciones y acomodaciones que ocurren en las estructuras mentales del sujeto.

Teoría de las Situaciones Didácticas

La propuesta pedagógica de Matemáticas en Contexto, establece como uno de los referentes teóricos para el diseño de estrategias didácticas la *Teoría de las Situaciones Didácticas* de Guy Brousseau. Esta se fundamenta en el constructivismo piagetiano del aprendizaje por adaptación, señalando que el aprendizaje se produce por interacción entre un sujeto y un medio, el cual es fuente de desequilibrios.

Brousseau llama *Situación Didáctica* al proceso en el cual un docente tiene la intención de enseñar a otro individuo un saber matemático y *Situación A-Didáctica* cuando no hay una intervención directa del docente, reduciéndose la interacción a las relaciones que se establecen entre el aprendiz y el medio. Este tipo de interacción busca que el aprendiz construya su conocimiento a partir de su interés personal y que se involucre en la resolución de una situación problema; se precisa que el medio no tenga una intención didáctica. Las estrategias didácticas basadas en esta teoría proponen la combinación de situaciones didácticas y a-didácticas como se expresa en un ejemplo en los párrafos posteriores.

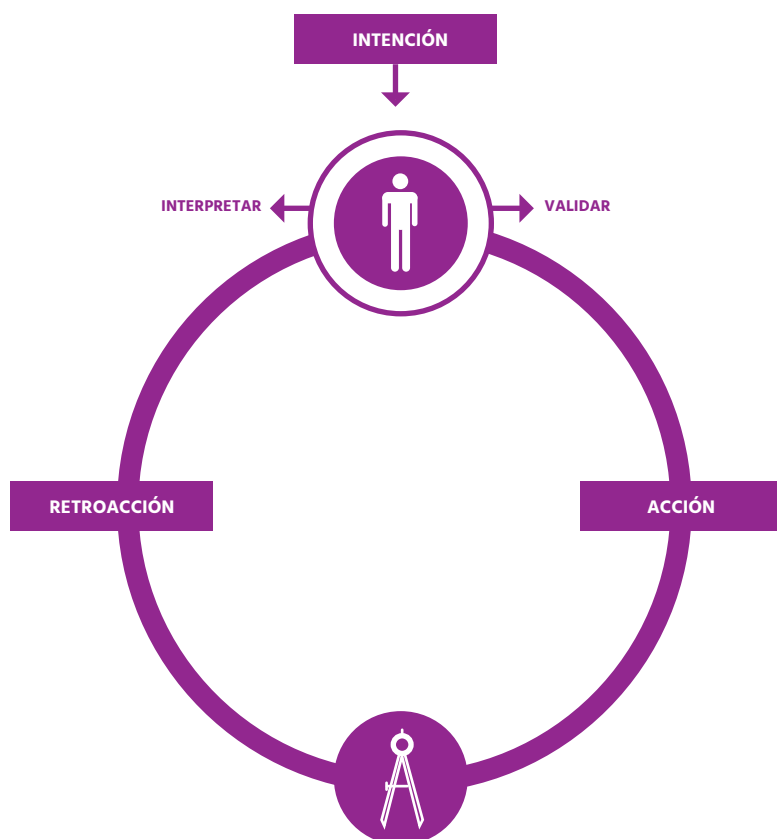


Figura 1. Aprendizaje por adaptación. Adaptado de Acosta et al. (2010).

Modelación matemática

En el contexto laboral existe un gran número de fenómenos en los cuales subyace un modelo matemático que da cuenta del comportamiento y representación del fenómeno; se considera de gran importancia la modelación para la enseñanza de las matemáticas, ya que permite la apropiación de conceptos aplicados a situaciones cercanas al aprendiz y favorece el fortalecimiento de habilidades para leer, interpretar, formular y solucionar situaciones en diferentes contextos.

Dada la amplia aplicación de las matemáticas para la solución de problemas en diferentes campos de las ciencias, existen diferentes definiciones de Modelo Matemático, al respecto Villa (2007) define: “Se llama simplemente modelo matemático, a un conjunto de símbolos y relaciones matemáticas que intentan explicar, predecir y solucionar algunos aspectos de un fenómeno o situación” (p. 67). Por su parte en Giordano et al. (2013)

“Se define un modelo matemático como una construcción matemática dirigida a estudiar un sistema o fenómeno particular del “mundo-real”. Este modelo puede incluir gráficas, símbolos, simulaciones y construcciones experimentales” (p. 60).

De este modo, para favorecer la construcción de conocimiento matemático centrada en la modelación se requiere seguir un camino didáctico que se ilustra a manera de ejemplo en el apartado análisis de resultados del presente documento.

Mediación Tecnológica

Toda acción está mediada por herramientas simbólicas (lenguaje) o materiales (computador), que favorecen la construcción del

conocimiento. Particularmente en matemáticas, donde se estudian las propiedades de entes abstractos una forma de aproximarse a estos conceptos es a través de los símbolos y signos propios que la humanidad ha elaborado, es decir, dado que un concepto o idea matemática no es un objeto real, se debe recurrir a la representación de este, para su comprensión.

Duval (1999) demostró que una de las principales actividades cognitivas para el aprendizaje de las matemáticas es la capacidad de transformar los objetos matemáticos en sus diferentes sistemas de representación. Esto, favorece la comprensión de los objetos matemáticos en su complejidad, dado que un sistema de representación por sí solo no permitirá reconocer todas las propiedades del objeto matemático. En este sentido, la práctica educativa debe propender porque el aprendiz tenga la capacidad de relacionar las diversas formas de representar un concepto matemático y transitar entre estos sistemas de representaciones.

Para elaborar estrategias didácticas desde esta teoría se pueden utilizar diferentes recursos tecnológicos que se constituyen en mediadores y posibilitadores del proceso de aprendizaje; en el apartado de análisis de resultados se ilustra un ejemplo de implementación de uno de estos recursos.

Metodología

Este artículo se inscribe en el enfoque crítico social en la perspectiva metodológica de la investigación acción pedagógica y mediante el reconocimiento de los contextos y sus necesidades valora la riqueza de intervenir y visibilizar el conocimiento que subyace a la labor docente en el campo de la enseñanza de las matemáticas; en este orden de

ideas, el trabajo investigativo adelantado por el equipo de matemáticas de la Escuela consistió en: 1. Identificar la riqueza del conocimiento matemático en la formación técnica y tecnológica; 2. Precisar los elementos disciplinares y pedagógicos de una experiencia de la Regional Distrito Capital; 3. Documentar, desde la Teoría de las Situaciones Didácticas, la Modelación Matemática y la Mediación Tecnológica, algunos aspectos referidos a la didáctica de las matemáticas; 4. Vincular los aspectos mencionados a diferentes contextos de la formación profesional con el ánimo de ilustrar la forma en la que dichas teorías pueden utilizarse en el contexto de formación para el trabajo y finalmente; 5. Diseñar, implementar y validar estrategias didácticas basadas en las teorías mencionadas, respondiendo a las necesidades de la formación técnica.

Análisis y discusión de resultados

Teoría de las Situaciones Didácticas: El caso del Centro de Biotecnología Agropecuaria de Mosquera

En secciones anteriores se describieron los elementos de la Teoría de las Situaciones Didácticas como una estrategia para la enseñanza de las matemáticas en el SENA, ahora se quiere ilustrar la forma en la que esta teoría se aplica en un contexto específico de la formación profesional a partir de una experiencia que fue desarrollada durante el segundo semestre del 2015 con un grupo de instructores del programa de Tecnólogo en Contabilidad y Finanzas del Centro de Biotecnología Agropecuaria de la Regional Cundinamarca, donde se tomó como referente esta teoría para diseñar una estrategia

que permitiera fortalecer habilidades del pensamiento aleatorio en aprendices para el manejo estadístico de información cuantitativa, asociado a la competencia: establecer el posicionamiento de la organización frente a la competencia según política organizacional.

1. Acción

En esta fase se propuso a los aprendices desarrollar un taller para identificar sus explicaciones iniciales en el manejo estadístico de información cuantitativa de una base de datos; se plantearon una serie de preguntas con el ánimo de estimular en los aprendices la creatividad, la argumentación y el planteamiento de distintas estrategias para la solución del problema planteado, esto con la mínima intervención del instructor; este taller se configuraría como el **medio** para Brousseau; a través de él interpretan información; elaboran informes; resuelven interrogantes que movilizan su pensamiento.

A partir de una base de datos de las ventas de los productos de las Unidades Productivas en el Centro de Biotecnología Agropecuaria durante el 2014, se pide a los aprendices:

1 Elabore un escrito de un párrafo, (mínimo de 10 líneas) en el cual haga una descripción de la información dada en la tabla, (se debe hacer socialización por cada uno de los aprendices).

2 Se requiere presentar un informe donde se represente esta información de manera condensada y de fácil comprensión de las ventas de los productos relacionados. Elabore una propuesta de dicho informe.

3 El Centro de Biotecnología Agropecuaria decide terminar la producción de 5 productos de esta lista, teniendo en cuenta su

participación y el ciclo de vida, ¿cuáles de estos usted eliminaría?, justifique su respuesta.

4 Después de haber eliminado los 5 productos del punto anterior, el CBA, decide implementar una estrategia de mercadeo para fortalecer las ventas de 10 de sus productos, el criterio de selección está definido de la siguiente manera: las ventas anuales del producto están entre el 2% y el 20% de las ventas anuales totales.

2. Comunicación

Una vez desarrollado el taller, se realiza una mesa redonda para que socialicen los informes y gráficos elaborados. Se debe promover una discusión y participación permanente para que los aprendices argumenten las decisiones tomadas y el trabajo desarrollado. Se emplearon preguntas como: ¿Qué piensas de lo que está afirmando tu compañero?; ¿por qué eliminar la papa?; ¿consideraste el ciclo de vida del producto en tu decisión?³

3. Validación

Mediante la observación se valoran aspectos como: la disposición, recursos y tiempos empleados, preguntas realizadas, entre otros. Listas de chequeo para valorar la participación y la argumentación frente a las actividades desarrolladas. En este momento de la ruta de aprendizaje se presentan informes, cálculos y gráficos realizados.

4. Institucionalización

En esta fase el instructor interviene y desde su experticia vincula las actividades desarrolladas y las intervenciones de los aprendices con el conocimiento formal (definiciones, leyes, principios, teoremas, etc.).

Se propone que a través de

clases magistrales pero con interacción permanente con los aprendices y recogiendo actividades realizadas en la fase de Acción así como las intervenciones en la fase de Comunicación, el instructor aborda temas matemáticos y técnicos

En la tabla que aparece a continuación se enuncian los roles que juegan tanto el aprendiz como el instructor en camino didáctico que sugiere esta teoría.

Teoría de las Situaciones Didácticas en el SENA Síntesis del Camino Didáctico

ASPECTOS REFERIDOS AL APRENDIZ	ASPECTOS REFERIDOS AL INSTRUCTOR
Indaga sobre procedimientos matemáticos adecuados. Aplica procedimientos y estrategias para la solución del problema.	Diseña y presenta a los aprendices situaciones contextualizadas que implícitamente involucran conceptos matemáticos. Estas situaciones representan un verdadero problema para el aprendiz y apela a sus conocimientos previos para construir el nuevo conocimiento.
Socializa y argumenta a otros aprendices y al instructor, sus procedimientos y significados atribuidos al objeto de aprendizaje. Valora y respeta el trabajo realizado por otros aprendices y lo incorpora para retroalimentar su propio trabajo.	Mediante preguntas desencadenadoras promueve la participación y discusión entre los aprendices.
Evalúa, corrige y explica procedimientos empleados.	Emplea instrumentos de recolección de información para validar el trabajo de los aprendices. Retroalimenta de manera continua la búsqueda de soluciones de los aprendices.
Participa activamente en clases magistrales donde reconoce sus acciones y resultados en relación al conocimiento técnico.	Desarrolla clases magistrales vinculando la actividad desarrollada con el conocimiento formal.

Teoría de la Modelación Matemática: El caso del cultivo de café

Un ejemplo de la forma en que se podría aplicar la Modelación Matemática en un contexto específico de la formación profesional, es una experiencia desarrollada en Berrío (2011) la cual se puede vincular con la competencia: establecer plantaciones de café con criterios de sostenibilidad y competitividad del programa técnico en Cultivo y Cosecha de Café, donde a través de la modelación matemática, los aprendices reconocen elementos del contexto técnico para mejorar la cantidad y calidad del café producido en plantaciones en terrenos inclinados aplicando conceptos de geometría y trigonometría.

De acuerdo con la teoría se establecen unas etapas que van

direccionando al aprendiz a la formulación del modelo matemático subyacente que explica la situación en estudio:

1 Observación y experimentación: A partir de un trabajo de campo los aprendices identifican situaciones de dependencia; el instructor puede ampliar el número de hallazgos a través de preguntas, de las que se destacan: ¿Existirá un modelo matemático que indica el factor de calidad del grano y por ende su precio de venta?; ¿existe alguna relación matemática que ayude a determinar la cantidad de abono necesario para x terreno?; ¿cómo determinar la cantidad de árboles que caben en un determinado terreno teniendo en cuenta su inclinación?

2 Delimitación del problema: Después de discutir y evaluar las distintas situaciones de dependencia, así como las variables implícitas en cada una de ellas, se delimita el problema: ¿Cómo determinar la cantidad de árboles que caben en un determinado terreno teniendo en cuenta su inclinación? Una vez delimitada la pregunta se procede a conceptualizar sobre las variables que inciden en la misma. El instructor crea una ruta a través de las preguntas que orientan al aprendiz a la formulación de relaciones matemáticas como por ejemplo: 1. Si el Terreno A: Terreno inclinado rectangular de 120 m por 110 m con una inclinación de 45° de depresión y el Terreno B: Terreno plano rectangular de 120 m por 110 m, en el caso de que fueras a comprar un terreno rectangular y tengas dos opciones, entre el terreno A y B, ¿cuál comprarías y por qué? Consideras que lo necesitas para cultivar café y cada metro cuadrado tiene el mismo valor; partiendo del caso particular de un terreno de 8 metros de largo sin inclinación. ¿Cuántos árboles cabrían a lo largo del terreno a una distancia de 1 metro entre árboles (no salirse de los límites del terreno)? Considera que el diámetro de la rama baja de los árboles es de un metro.

3 Selección de estrategias: Los aprendices conceptualizan sobre las distancias natural o agrológica, geométrica o distancia inclinada y distancia reducida u horizontal. A partir de esto establecen diferencias entre Superficie Euclidiana y Superficie Agraria en términos cualitativos y cuantitativos.

Los aprendices pueden apoyarse de modelos auxiliares para la formulación del modelo matemático. En la Figura 2 se muestra un modelo 3D de la proyección ortogonal de la superficie agraria en una superficie plana.

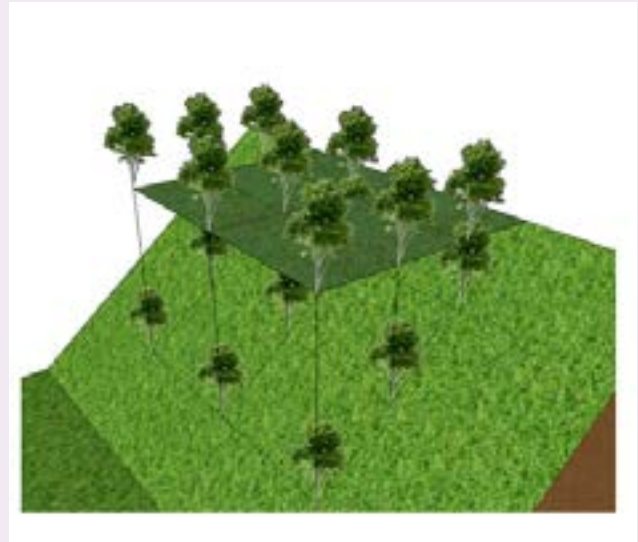


Figura 2. Modelo 3D de la proyección ortogonal de la superficie agraria*.

4 Evaluación y validación: Se deben tener diversas formas de evaluar el modelo construido. Se acudió a documentos técnicos del Comité de Cafeteros, simulaciones y entrevistas con expertos en el área.

En la tabla que aparece a continuación se enuncian los roles que juegan tanto el aprendiz como el instructor en camino didáctico que sugiere esta teoría.

Densidad de
siembra en
terreno plano

$$N = \frac{xy}{d_p d_y}$$

Densidad de
siembra en
terreno
inclinado

$$N = \frac{xy \cos \theta}{d_p d_s}$$

x, y : Dimensiones del terreno
 θ : Ángulo de depresión del terreno
 d_p : Distancia entre plantas
 d_s : Distancias entre surcos

Modelación Matemática en el SENA

Síntesis del camino didáctico

ASPECTOS REFERIDOS AL APRENDIZ	ASPECTOS REFERIDOS AL INSTRUCTOR
Identifica elementos del contexto; requiere procesos de: ➤ Observación ➤ Descripción ➤ Formulación	Propone situaciones experimentales y trabajo de campo. Formula preguntas orientadoras.
Identifica las variables del contexto. Plantea hipótesis iniciales frente a las relaciones entre variables.	Mediante la pregunta y el trabajo de campo resalta elementos referidos a las variables sobre las cuales se pretende trabajar.
Delimita el problema.	Delimita el problema.
➤ Análisis de casos ➤ Validación de hipótesis ➤ Formulación de posibles modelos matemáticos que expliquen las relaciones	Formulación de preguntas orientadoras en búsqueda de la emergencia de explicaciones que finalicen en un modelo matemático.
Pone a prueba el modelo construido, ➤ Realizar simulaciones ➤ Contrastar entre pares Confronta resultados con documentos y expertos técnicos, a propósito del contexto.	Retroalimenta de manera continua la búsqueda de soluciones de los aprendices. Realiza aclaraciones y precisiones frente a la concreción del modelo matemático propuesto por los estudiantes.
Pone a prueba el modelo en diferentes contextos.	Propone otros contextos para poner a prueba los modelos matemáticos propuestos por los aprendices.

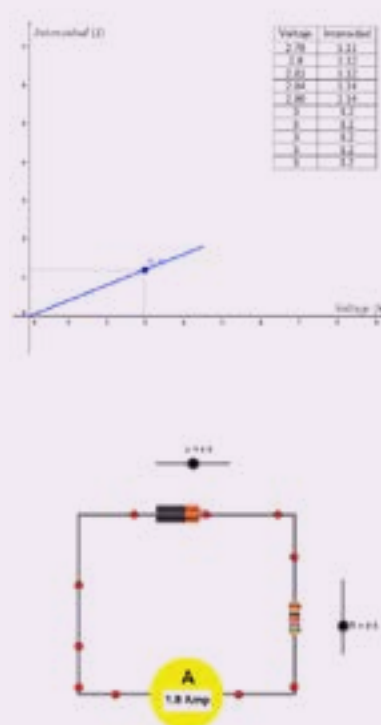


Figura 3. Vista gráfica del simulador⁵

La actividad propuesta para los aprendices a partir de la mediación de la herramienta interactiva se describe a continuación:

Teoría de la Mediación Tecnológica

El Caso de la Regional Distrito Capital

Desde esta propuesta didáctica se busca la incorporación de recursos tecnológicos como herramienta de mediación entre conceptos matemáticos y el aprendiz, otorgándole dinamismo y ejecutabilidad a la representación de los conceptos matemáticos. Un ejemplo de mediación tecnológica para el aprendizaje de las matemáticas en un contexto de la formación técnica, se adapta de la experiencia del pilotaje del proyecto de Matemáticas en Contexto en el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones de la Regional Distrito Capital, en Mariño & Acosta (2014). Para esto se diseña un material interactivo empleando el *software* de matemáticas dinámicas **GeoGebra** (un *software* libre que reúne dinámicamente geometría, álgebra y cálculo), en este se simula un circuito sencillo para estudiar la Ley de Ohm de acuerdo con la competencia analizar circuitos eléctricos de acuerdo con el método requerido del programa de Tecnólogo en Electricidad Industrial.

El material elaborado simula un circuito sencillo en el cual se pueden variar los valores de las magnitudes físicas voltaje y resistencia mediante unos deslizadores, posibilitando la observación de los cambios en la intensidad de la corriente según la Ley de Ohm. En la Figura 3 se muestra la vista gráfica del material elaborado en GeoGebra.

- 1** Mueva el deslizador para cambiar el valor de la resistencia. Describa el cambio observado en la gráfica: ¿Qué ocurre cuando la resistencia disminuye?; ¿qué ocurre cuando la resistencia aumenta?; ¿cuál sería la pendiente de la recta?; ¿cómo se puede interpretar sus unidades?; ¿qué puede decir de la relación entre la resistencia y la intensidad?
- 2** Mueva el deslizador para cambiar el valor del voltaje: ¿por qué no cambia la gráfica?
- 3** Seleccione el punto que está sobre la recta y desplácelo, observe los cambios en la tabla: Compare los valores de la tabla; ¿qué permanece constante?; ¿cómo se interpreta esto?; ¿qué relación se puede establecer entre el voltaje y la intensidad? Formule la expresión matemática que relaciona las tres magnitudes físicas y explique la relación de cada par de estas.

Mediación tecnológica en el SENA

Síntesis del camino didáctico

ASPECTOS REFERIDOS AL APRENDIZ	ASPECTOS REFERIDOS AL INSTRUCTOR
Interactúa con la herramienta. Identifica elementos de la situación en estudio. Requiere procesos de observación y descripción.	Elabora una herramienta que garantiza interactividad y el uso de distintos sistemas de representación del concepto matemático en consideración.
Explica el concepto matemático desde sus diferentes sistemas de representación y transita entre estos.	Formula preguntas orientadoras en búsqueda de la emergencia de explicaciones de los sistemas de representación para que redunden en la comprensión del concepto matemático.
➤ Analiza los casos ➤ Valida sus hipótesis ➤ Formula expresiones matemáticas. ➤ Emplea otros sistemas de representación (si es posible) para explicar el concepto matemático.	

Nótese que no se requiere una intervención directa del instructor, ya que la herramienta es interactiva y por la ejecutabilidad de los sistemas de representación empleados, el aprendiz puede construir su propio conocimiento a partir de su interacción con el entorno dinámico ofrecida por la misma. En la tabla que aparece a continuación se enuncian los roles que juegan tanto el aprendiz como el instructor en el camino didáctico que sugiere esta teoría.

A manera de conclusión

El ejercicio teórico-práctico expresado en este artículo valora la importancia y las inmensas oportunidades que ofrece el SENA como unos de los mejores escenarios para aprender y enseñar matemáticas, dada la importancia que reviste la formación para el trabajo y la existencia de contextos reales que permiten ver cómo la teoría se desplaza a la práctica.

Este artículo es una sencilla ilustración de los múltiples

escenarios en los cuales se pueden trabajar el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, lo cual valida la existencia y la apertura del grupo de investigación pedagógica a nivel nacional registrado en Colciencias denominado: Didáctica de las Matemáticas en el contexto de la Formación Profesional Integral SENA, Código COL0177328, del cual se espera la construcción de conocimiento pedagógico y didáctico de los procesos de formación para el trabajo así como de propender por la cualificación de instructores tal como se establece en la misión de la Escuela Nacional de Instructores 'Rodolfo Martínez Tono'.

Notas

- 1 Especialista en Pedagogía, Profesional en Matemáticas y Estadística, Universidad del Tolima; Asesor Pedagógico de la Escuela Nacional de Instructores 'Rodolfo Martínez Tono'; Líder Grupo de Investigación Didáctica de las Matemáticas en el Contexto de la Formación Profesional Integral SENA. dborjam@sena.edu.co
- 2 Este trabajo y la escritura del presente artículo se realizó con el apoyo y asesoría de la líder del Eje de Investigación de la Escuela Nacional de Instructores, Rusby Malagón.

- 3 Entrevista con la instructora Carmen Ruth Botía del Centro de Biotecnología Agropecuaria acerca de su experiencia en la implementación de la estrategia, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=-dNkuR64Oms>
- 4 Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=p5a6x81pDTg>
- 5 Material disponible en: <https://www.geogebra.org/m/ezCmx27B>

Referencias

- Acosta, M., Montroy, L., & Rueda, K. (2010). Situaciones a-didácticas para la enseñanza de la simetría axial utilizando Cabri como medio. *Revista Integración*, 28(2), 173-189.
- Armella, L. M., & Waldegg, G. (1992). Constructivismo y Educación Matemática. *Educación matemática*, 4(2), 7-15.
- Aymerich, J., & Macario, S. (2006). *Matemáticas para el siglo XXI*. Castellón de la Plana: Publicaciones de la Universitat Jaume I.
- Berrio, M. D. (2011). *Elementos que intervienen en la construcción que hacen los estudiantes frente a los modelos matemáticos: El caso del cultivo de café*. Sede Medellín: Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/files/334/1055630.pdf>
- Biembengut, M., & Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación Matemática*, 105-125.
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Santiago de Cali: Grupo de Educación Matemática. Universidad del Valle.
- Giordano, F., Fox, W., & Horton, S. (2013). *A First Course in Mathematical Modeling*. Boston: Cengage Learning.
- Mariño, V., & Acosta, E. (2014). *Informe definitivo: Estructura operativa del curso de Matemáticas en Contexto (MEC)*. Documento de trabajo. No publicado.
- Villa, J. (2007). La modelación como proceso en el aula de matemáticas. Un marco de referencia y un ejemplo. *Tecno Lógicas*, 63-85.