

Cultura STEAM y la educación para el siglo XXI



Lina Marcela Gómez Quintero

Ingeniera Mecánica, con experiencia en Investigación. Estudiante de Maestría en Ciencias Naturales y Matemáticas. Coach Educativa. Consultora en Estrategias STEM. Docente de Matemáticas y Física en El Nuevo Colegio (Medellín).
 @MarcelaSTEM



DISPONIBLE EN PDF

<http://www.santillana.com.co/rutamaestra/edicion-18/cultura-steam-la-educacion-para-el-siglo-xxi>

Los resultados reportados por PISA permiten revisar los principios de una mentalidad propicia para el aprendizaje significativo, con miras a los retos del nuevo milenio. Se proponen así diversas estrategias ofrecidas por la Matemática basada en Conceptos, el Movimiento Maker y la Educación STEM.

Colombia ha sonado bastante en redes a raíz de su mejora en los últimos resultados reportados por PISA, pues se ha presentado un incremento en los puntajes de las tres asignaturas evaluadas –Ciencias, Lectura y Matemáticas-. Si bien esto representa un logro notable, también implica una revisión de nuestras prácticas docentes/disciplinadas, que propenda por el mejoramiento de este desempeño como consecuencia indirecta de un aprendizaje significativo y efectivo, adecuado para la vida de nuestros niños y jóvenes en este nuevo milenio. ¿Qué significa esto? Que el proceso de aprendizaje debe promover la consolidación de competencias para la solución de problemas, la formulación y ejecución de proyectos y la comunicación efectiva de ideas. Es importante, entonces,

reconocer el perfil de un habitante del mundo en este siglo, el cual servirá de referencia para la estructuración de las prioridades en la educación a lo largo del milenio .

Puesto que se requieren personas con alto sentido del análisis, con una mente flexible y crítica, excelentes comunicadores y capacitados para el trabajo en equipo, es importante dejar claro que la clave no está en un cambio curricular exclusivamente, sino en un cambio cultural que involucre la modificación de nuestra mentalidad, orientándola a la creación colectiva de un mejor mundo. Este trabajo, por tanto, exige que toda la comunidad –estudiantes, docentes, directivos docentes, familiares, vecinos y comunas, entre otros– establezca hábitos

consistentes con el desarrollo de estas nuevas competencias, y a su vez orientados a la consecución de los objetivos trazados en pos de una vida más humana y sostenible.

Por tanto, la mentalidad para el aprendizaje cuenta con varios aspectos importantes, enumerados a continuación:

Innovar antes que copiar

La información del mundo está disponible para toda persona, en todo momento, así que no es la prioridad en el proceso de enseñanza/aprendizaje. De este modo, cualquiera puede conseguir planos, esquemas, procesos, listas de chequeo y muchos otros recursos para producir cualquier artefacto, con el auxilio de equipos completamente programables. Así que, ¿para qué alguien buscaría a una persona? En cambio, cuando alguien crea algo nuevo o perfecciona algo existente, esto es, cuando innova, está resolviendo necesidades, mejorando la manera de hacer o vivir algo, y también estimulando la mente de la comunidad, haciendo que surjan nuevas preguntas. Un innovador es el tipo de persona que promueve la dinámica de vida y aprendizaje del nuevo milenio, estimulando el cambio a su alrededor.

Desde el punto de vista del aprendizaje matemático, este principio corresponde con la premisa “razonar antes que memorizar”. La idea de promover la descripción y reformulación de las observacio-

nes a través de conceptos matemáticos, permite un mayor acceso a posibles lecturas de un mismo fenómeno, favoreciendo la discusión y la creación de conocimiento de manera colaborativa, lo cual no es posible mediante las estrategias tradicionales de enseñanza basadas en la repetición y en la memorización.

Se requieren entendedores entendidos

El término puede sonar redundante, pero es más preciso que cualquiera de las dos palabras por separado. Mientras el entendedor interpreta, el entendido argumenta. El entendedor sintetiza cuando el entendido analiza. El entendedor puede abordar una situación problema, proyecto o caso, identificando la información disponible y la necesaria, y el entendido planea estrategias para solucionar dichos dilemas remitiéndose a las fuentes, herramientas y recursos que considera necesarios para tal fin. En un mundo de semejantes prestaciones, elegir solo uno de estos personajes no es suficiente.

Por consiguiente, un entendedor entendido trae consigo curiosidad, autonomía, proactividad y paciencia. Son virtudes que, en la actualidad, deben potenciarse más que nunca en la primera infancia, sin hacer a un lado que deben fortalecerse en los grados superiores, dado que estos últimos son quienes se enfrentarán más prontamente a las demandas del medio. Con estas características, su-



...madas a una formación enfocada a la resolución de problemas , se podrá contar con individuos capacitados y ávidos por hacer de su hábitat un mejor espacio.

Lenguaje para comunicar

En este punto, haré un especial énfasis, considerando el impacto que tiene en los demás elementos de una mentalidad preparada para el aprendizaje, no solo a nivel general, sino en el contexto del proceso de enseñanza/aprendizaje de la Matemática y las Ciencias. Es uno de los puntos que más he tratado en mi blog , y que pongo sobre la mesa para iniciar un debate al respecto.



El acto de comunicar ha sido subestimado, aun cuando la comunicación y sus medios se han hecho cada vez más importantes para la consolidación de relaciones académicas, mercantiles y financieras, entre otras. Para comunicar bien un mensaje, hay que dominar el lenguaje en el cual será transmitido, pues en caso contrario se puede incurrir en faltas de claridad que conllevan a malinterpretaciones y, por tanto, a respuestas que poco o nada tienen que ver con el objetivo del mensaje emitido .

Ahora, ¿qué relación tiene esto con las Matemáticas? El ilustre Galileo Galilei dijo en alguna oportunidad: “Las Matemáticas son el alfabeto con el cual Dios ha escrito el universo”. Esto hace refe-

rencia a que no importa la lengua materna hablada, la Matemática permite la comunicación entre individuos de cualquier procedencia, lo cual le da este carácter de lenguaje universal . La profesora Clara Lee se adhiere a este pensamiento , y enuncia que una de las características de la Matemática es que se expresa a través de un sistema de símbolos cuyos significados sintetizan, de una u otra manera, las propiedades de un sistema basado en cantidades, sean estas constantes o variables, respecto de cómo serían expresadas a través de un lenguaje natural .

Desde esta perspectiva, puede considerarse la Matemática como un sistema lingüístico dedicado a la reconstrucción y al modelamiento de los patrones que se encuentran en la naturaleza, y que permiten la predicción de futuros fenómenos; el análisis matemático, entonces, se transforma en un asunto de “traducción” , en el que operadores, símbolos y propiedades, comunican detalles de situaciones que modelan y construyen sistemas observados en nuestra naturaleza y en muchas otras posibles. En términos más simples, si la Matemática hace parte de la comunicación cotidiana, siendo tratada como una lengua adicional, es más probable que los estudiantes puedan emplear de forma fluida conceptos y representaciones y desarrollen un tipo de pensamiento en consonancia.

Todos somos uno

Es posible que suene algo chocante para muchos, pero esta afirmación resume la dinámica del trabajo colaborativo, tan necesario para la creación y establecimiento de nuevas propuestas, productos, servicios, tendencias, incluso modelos de pensamiento. Todos los miembros de un equipo (no de un grupo, estos términos son diferentes) tienen como objetivo, la realización del proyecto, tarea, esquema, modelo, solución, que el contexto les pide, y por tanto, son justamente responsables del resultado final, que se obtiene a partir de una construcción realizada entre todos, sin omisión. Es ahí donde el conocimiento que todos presentan para cumplir con tal empresa, así como la manera en que lo comunican a los demás miembros del equipo y cómo lo aprovechan en función de lo que el entorno ofrece, ocupa un lugar de relevancia.

Las mentes para el milenio deben estar preparadas para afrontar retos globales, que afectan a más de una comunidad. Es la interacción con los miem-

bros de las demás comunidades la que permite ampliar el campo de visión, haciendo claros nuevos aspectos del problema que pueden ser abordados a través de otros saberes.

Emoción para la imaginación

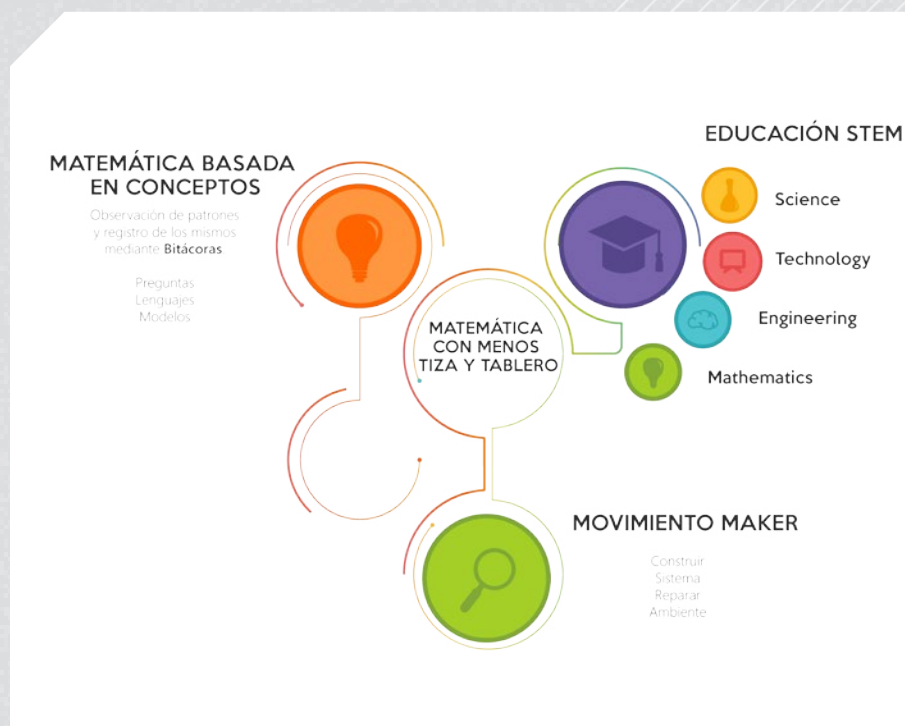
No es desconocida la poderosa influencia de la emoción sobre el proceso de aprendizaje en general. No hay innovación sin una imaginación que se vea estimulada por las emociones alrededor del saber que permea las nuevas ideas. Estas emociones, a su vez, son una función de las emociones percibidas en las figuras de referencia más importantes, esto es, padres y docentes, los que son conocidos como adultos significativos. De ahí que la comunidad docente en pleno se pronuncie respecto de la importancia del lenguaje positivo en los procesos de aprendizaje.

Ahora bien, en los procesos de identificación y solución de problemas, la elección e indagación respecto de una cuestión particular es en gran parte emocional, y se define notablemente por las situaciones ligadas a contextos de interés; en el estudio de estos, los primeros pasos para la solución del problema se desarrollan de manera más fluida, y se tratan precisamente de las labores de comprensión, entendimiento y análisis de la situación planteada. Todo esto conlleva a la creación de estrategias que apuntan a facilitar la vida de una sociedad, de la cual cada uno es parte importante.

Las competencias en solución de problemas y formulación de proyectos, como ya se dijo, son parte inamovible en el conjunto de competencias que deben tener los habitantes del siglo XXI, y por lo mismo se han transformado en prioridad dentro de los programas académicos a nivel mundial. Son famosos los modelos educativos asiáticos y escandinavos, específicamente los de Singapur y Finlandia, dada su destacada participación en las Pruebas PISA y TIMSS, las cuales se formulan con el fin de evaluar la capacidad de los estudiantes de educación básica y media para resolver problemas situacionales empleando sus conocimientos. El desempeño de la mayoría de las instituciones educativas iberoamericanas, en cambio, ha sido pobre, salvo algunas honrosas excepciones, en particular Colombia, quien ha ostentado los últimos puestos; esto ha generado preocupación en el ámbito educativo, pues se identificó como parte importante del problema el enfoque algorítmico

de la educación matemático-científica, que limita la capacidad interpretativa del estudiante ante situaciones para resolver, reduciendo drásticamente las competencias argumentativa y propositiva.

Seguramente habrá surgido la pregunta: y esto, ¿qué tiene que ver con una Matemática de menos tiza y tablero? Mucho más de lo que parece. Para explicarlo, quiero aclarar que cuando me refiero a una “Matemática de menos tiza y tablero”, hablo de aquella que no depende de un transcriptor frente a un grupo de asustados niños y jóvenes: el tablero y la tiza no son protagonistas del proceso, sino que se transforman en un recurso para la generación del conocimiento mediante la representación colectiva, el análisis y la síntesis de estas construcciones cognitivas. La Matemática que demanda la educación para el nuevo milenio, empezando en este nuevo siglo y convocada desde mucho tiempo atrás, parte de la pregunta como detonante, de la reflexión, la observación y el *coworking*. Más adelante, al hablar de las tendencias educativas alrededor del asunto, se revisarán estos aspectos con mayor detalle.



Entremos de nuevo en materia. La Matemática se ve particularmente impactada, ya que corresponde a una de las asignaturas con menor número de adeptos desde los primeros años escolares, fenómeno que se acentúa alrededor del tercer grado, cuando “aparecen” las fracciones, los números

decimales, la potenciación, la radicación y otras operaciones “más complejas” que las básicas. Esto se debe, comúnmente, a la prioridad otorgada al algoritmo durante las sesiones de aprendizaje, favoreciendo la memorización sobre el análisis y la identificación de patrones. Esto es entendible, ya que muchos docentes (no todos, por fortuna), aplican las metodologías y estrategias con las cuales aprendieron durante su etapa escolar primaria, y que además están ampliamente asociados a procesos conductistas y coercitivos de respuesta, condicionando al estudiante en lugar de formarlo. Este proceder se ve reforzado por los padres de familia, que siguen la misma ruta, ya que es la más fácil para ellos al no requerir entrenamiento extra además del que ya demanda la labor parental. No quiere decir, sin embargo, que sea el proceso más efectivo y sostenible, pues el entorno no es el mismo de aquel entonces, así que los esquemas mentales deben variar, como se mencionó anteriormente.

Considerando las características de la educación matemática tradicional, que se destaca por su rigidez y principal enfoque en el dominio algorítmico, se han planteado diversas estrategias para la consecución de verdaderas habilidades asociadas a la consolidación de un pensamiento matemático, y dentro de las más aceptadas en la actualidad se encuentra la *matematización*. El concepto de *matematización* fue desarrollado por Freudenthal, uno de los pioneros en la investigación alrededor de la formación matemática; durante sus investigaciones, se encargó de mostrar que la aproximación al aprendizaje de la Matemática, formulada a través del método deductivo que se trabajaba mediante los axiomas de Peano, correspondía a un caso de inversión antididáctica, y que el proceso realmente didáctico era opuesto diametralmente, esto es, afín con un enfoque inductivo. Así, el modelo algorítmico, en sí mismo una aplicación del método deductivo no favorece los procesos de adquisición del lenguaje matemático, como sí lo haría un método que permita la comunicación directa con el fenómeno a abordar, y con el registro histórico de situaciones similares susceptibles de modelación.

La *matematización* tiene como uno de sus pilares, el uso de aplicaciones para el aprendizaje de la Matemática, y como método de aprendizaje, se ve influenciada, evidentemente, por las características de los modelos instruccionales con los cuales entra en comunicación. Dichos principios, agrupa-



dos dentro del término *didactización*, establecen las pautas para el desarrollo de un ambiente de aprendizaje específico, lo cual potencia en mayor o menor medida la consolidación de los procesos cognitivos alrededor del razonamiento lógico-lingüístico-matemático. Así las cosas, el ambiente bajo el cual el lenguaje matemático es introducido y desarrollado, tiene una gran injerencia en el resultado final, que corresponde al uso adecuado y aplicado de este en la representación y manipulación de variables para el análisis de una situación real de estudio.

Es menester reconocer las más importantes tendencias en torno a la enseñanza matemática y científica, con el pensamiento crítico y proactivo como meta. Es por esto que sistemas educativos como el de Singapur y Finlandia presentan los mejores resultados en estas pruebas internacionales: porque basan sus modelos de enseñanza en la reflexión y el análisis, cuya exigencia aumenta de manera progresiva sin perder su estructura. Considerando la importancia de estos modelos, los cuales se ven afectados por las características socioculturales de la población, se han definido montones de proyectos locales, regionales, nacionales e internacionales, pero todos ellos emplean las mismas tendencias fundamentales como referencias. A continuación, se presentan estas tres tendencias educativas, íntimamente ligadas entre sí, para la creación de una cultura de aprendizaje de la Matemática, con menos tiza y tablero:

Matemática basada en conceptos

La teoría sin práctica es tan vacía como la práctica sin teoría, en cuanto al aprendizaje matemático y científico, puesto que la abstracción no tendría lugar, y no sería posible el reconocimiento de patrones para la toma de decisiones, impidiendo esto la



rollar hábitos de estudio basados en conceptos, dado que la dinámica académica en la sesión de aprendizaje se orienta en ese sentido. Adicionalmente, permite la conexión entre diversos saberes, mediante el establecimiento de analogías que facilitan la comprensión y la aplicación de estos saberes que se están desarrollando y consolidando, promoviendo el pensamiento sistémico .

Educación STEM

generación de conocimiento. Como bien indica su nombre, la Matemática basada en conceptos parte de la concepción de la Matemática como un lenguaje , el cual demanda una práctica intensiva, un entrenamiento para afianzar el proceso de definición, revisión y entendimiento del concepto que se pretende trabajar.

Aparentemente, no hay problema con este asunto del manejo conceptual y procedimental. Craso error: muchos docentes ni siquiera tienen la claridad conceptual necesaria para enfrentar un curso de Matemáticas, considerando que, por el contrario, solo deben seguir el temario de un libro de texto. Entonces, una sesión de aprendizaje enfocada en conceptos matemáticos se reduce a la transcripción y memorización de fórmulas, teoremas, axiomas, definiciones, acompañadas por solo uno o dos ejemplos bastante similares entre sí. Y este modelo algorítmico se hace presente desde los primeros años de escolaridad formal. Así, los estudiantes se preparan para una Matemática pasiva, memorística, sin rastro de reto o emoción, porque no trae descubrimiento consigo .

Entonces, la Matemática basada en Conceptos favorece la observación y la creación de hipótesis a partir de preguntas, aprovechando el asombro y el despertar de la curiosidad, empleando recursos concretos y abstracciones progresivas, y demandando un proceso de registro y sistematización. Es por esto que se toman notas, en tablero y en cuadernos, pero no construyendo recetarios sino bitácoras, herramientas personales de trabajo y reflexión, así como de socialización y síntesis, que convierten datos y modelos en bosquejos y procedimientos para nuevas creaciones.

Por supuesto, considerando su orientación a la formulación y solución de problemas, un currículo de Matemática basado en conceptos permite desa-

El término STEM es un acrónimo para *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (se le llama CTIM en castellano, y MINT en alemán), y define la tendencia educativa que busca la integración de los conocimientos en estas cuatro áreas, cuya relación es indudable en el mundo laboral y profesional, especialmente cuando de gestar nuevas compañías se trata. El principal foco de la Educación STEM, es la producción de sistemas cuyo funcionamiento dé cuenta de los principios que rigen las Ciencias, que son expresados a través de la Matemática, y desarrollados mediante métodos y medios tecnológicos e ingenieriles. Es una tendencia significativamente colaborativa , en la que son comunes los laboratorios, las aulas virtuales y los grupos de robótica, entre otras estrategias, pero no son suficientes cuando no hay un norte establecido.

Para tal fin, la Educación STEM involucra los principios del aprendizaje basado en proyectos, contando con aliados de gran nivel como el PMI (*Project Management Institute*) para establecer los criterios básicos en la Gestión de Proyectos, alineados con la dinámica curricular . Es de esta forma que el aula de clase se transforma, como anteriormente se mencionó, en un espacio de coworking , donde se llevan a cabo proyectos enfocados a la solución de problemas y al estudio de casos. Cada sesión de trabajo tiene un sentido, los estudiantes mantienen una relación de colaboración con el docente, y cada actividad ha sido co-planeada, co-desarrollada y co-evaluada.

Por supuesto, la integración de estas áreas involucra al diseño y al arte. Es ahí donde la Educación STEM evoluciona a una Educación STEAM, haciendo de la parte artística un elemento crucial para la generación y ejecución de ideas, así como para su posterior comunicación y difusión . Esto ha permitido romper el paradigma de que las Ciencias, las Letras y las Artes no tienen relación alguna, dando cabida a un mundo sistémico e integrador como



la naturaleza misma. Y es, adicionalmente, la manera perfecta de presentar a la tercera tendencia educativa de interés.

Movimiento Maker

Este movimiento, concebido por diseñadores, creadores y artesanos, parte de la manufactura como verificación del conocimiento construido para la solución de un problema, o la creación de un producto. Es, básicamente, el responsable de que las aulas STEM se hayan transformado en aulas STEM, al permitir que los estudiantes se transformen en co-autores y co-creadores de sistemas que favorecen la comprobación de sus hipótesis de trabajo, las cuales fueron previamente sistematizadas en sus bitácoras durante las etapas conceptuales. Además, fortalecen el pensamiento sistémico, pues estimulan las habilidades de análisis y síntesis empleando un dispositivo como objeto de estudio, esto es, comprendiendo efectivamente al sistema de acuerdo con la forma y función de cada una de sus componentes.

Es común encontrar en diversas fuentes, que se necesitan laboratorios extremadamente dotados de maquinaria con la última tecnología para implementar el Movimiento Maker en el aula de cla-

se. No obstante, lo que define un movimiento es la mentalidad de quienes lo impulsan, así que es perfectamente posible introducir este pensamiento en el aula mediante una cultura de creadores, no compradores, en la que los niños y jóvenes, desde sus primeros años, utilicen materiales de uso cotidiano (preferiblemente reciclables o reutilizables) para la construcción de un kit conformado por sus propias herramientas de estudio, tales como ábacos, fichas decimales, tangrams, etc., y que dichas herramientas conformen su maletín de práctica; la labor del estudiante es reparar y mejorar sus propios instrumentos de estudio, y complementando dicho kit con nuevas creaciones, desarrolladas con nuevas técnicas, nuevos materiales y procesos más refinados.

Un currículo integrado por estas tres propuestas, promete ser una de las mejores opciones para mejorar las condiciones del proceso enseñanza/aprendizaje. Ahora, la tarea de cada uno de nosotros es, además de estudiar y entrenarnos, diseñar, montar, poner a prueba y validar propuestas pedagógicas orientadas a materializar el cambio que tanto estamos buscando, y traigan como consecuencia la formación de mentes creadoras, proactivas y curiosas, como las necesita el siglo XXI, como las necesita el nuevo milenio. **RM**

¿Cómo obtener la mitad de 70?

