

## **Educación STEM ¿Estamos preparados para este cambio en el sistema educativo en la República Bolivariana de Venezuela?**

### **STEM education Are we prepared to this change in the educational system in the Bolivarian Republic of Venezuela?**

Aquiles José Medina Marín<sup>1</sup> ([amision@gmail.com](mailto:amision@gmail.com)) (<http://orcid.org/0000-0003-0748-1970>)

#### **Resumen**

En el presente trabajo de investigación, a partir de las definiciones propuestas por documentos que poseen un amplio consenso internacional reseñados en la web, se discuten los puntos de encuentro entre la educación STEM y las herramientas digitales, y cómo una adecuada simbiosis entre ambas puede servir tanto para mejorar las competencias científicas, matemáticas y tecnológicas de los estudiantes que a futuro ingresarán al sistema educativo universitario, así como para mejorar sus competencias digitales necesarias para el desarrollo personal y profesional en la era digital. La investigación pretende aportar una perspectiva al uso de tecnologías digitales en el aula, que trascienda las modas pasajeras impuestas por el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y que se centre en por qué y en el cómo usar cada una de estas herramientas, y para ello nos centramos en señalar las oportunidades que ofrece la enseñanza digital para el aprendizaje STEM. Se efectúa un diagnóstico a partir de una muestra de treinta estudiantes de tecnología en Pesca y Acuicultura de la Universidad Bolivariana de Venezuela, se utiliza un cuestionario vía online que permite reflexionar y analizar los diferentes aportes efectuados por la muestra. La investigación logró establecer que el sistema educativo en la República Bolivariana de Venezuela presenta deficiencias que no le permiten asumir los retos que plantea la enseñanza STEM. El investigador asume un abordaje metodológico cualitativo etnográfico, donde resalta la observación directa, también se utiliza la búsqueda sistémica de información y documentación.

**Palabras claves:** Educación STEM, herramientas digitales, enseñanza, estudiantes.

#### **Abstract**

In this research work, based on the definitions proposed by documents that have a broad international consensus reviewed on the web, the meeting points between STEM education and digital tools are discussed, and how an adequate symbiosis between the two can serve both to improve the scientific, mathematical and technological skills of students who will enter the university education system in the future, as well as to improve their digital skills necessary for personal and professional development in the digital age. The research aims to provide a perspective on the use of digital technologies in the classroom that transcends the passing fads imposed by the use of Information and Communication Technologies

---

<sup>1</sup> Doctor en Ciencias Pedagógicas. Docente Asistente. Coordinador del Centro de Estudios de Pedagogía Emancipadora y Crítica en el estado Sucre. Universidad Bolivariana de Venezuela. República Bolivariana de Venezuela.

(ICT) and that focuses on why and how to use each of these tools, and for this we focus on highlighting both the opportunities that digital teaching offers for STEM learning. A diagnosis will be made from a sample of thirty students of technology in Fishing and Aquaculture from the Bolivarian University of Venezuela, an online questionnaire is used that allows to reflect and analyze the different contributions made by the sample, the research was able to establish that the The educational system in the Bolivarian Republic of Venezuela has deficiencies that do not allow it to be prepared to take on the challenges posed by STEM teaching. The researcher assumes a qualitative ethnographic methodological approach, where direct observation will be highlighted, the systemic search for information and documentation will also be used.

**Key words:** STEM education, digital tools, teaching, students.

### **La importancia sobre el modelo de enseñanza STEM**

En la República Bolivariana de Venezuela actualmente en el campo laboral y académico, ocurren ciertas situaciones o desafíos que requieren de profesionales creativos y competentes para abordar problemas sistémicos complejos que se presenten en su entorno. Por otro lado, en el plano social estos desafíos conllevan a que se muestre más interés a las habilidades para resolver problemas, producir y evaluar evidencia científica, trabajar en equipo, y por, sobre todo, comprender el mundo y los fenómenos que puedan actuar sobre él, con la finalidad de dar soluciones a los problemas que se presentan en nuestra sociedad actual en los diferentes campos de acción disciplinar laboral o académica.

Por tales circunstancias, la educación siempre debe estar a la vanguardia para ofrecer los mejores modelos didácticos, estrategias de aprendizaje y nuevos constructos con fines de mejorar la calidad educativa de los estudiantes. En el criterio de un docente, la aplicación de una nueva metodología o diseño debe ser dirigida hacia los estudiantes, sin ningún tipo de elemento que denote exclusión en las posibilidades de su formación. Por tales razones, se propone un nuevo modelo educativo que abarca la ciencia, tecnología, ingeniería y las matemáticas, conocido como STEM (del inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics). Este modelo propone entre sus actividades el desarrollo de ciertas habilidades que deben adquirir los estudiantes desde el nivel de media y diversificada de su formación académica (Digitales, 2019).

Se presenta como un recurso metodológico didáctico ideal para la construcción del conocimiento y el desarrollo de destrezas necesarias para aplicar en los diferentes campos y situaciones cotidianas de la vida y más aún en el campo laboral en la República Bolivariana de Venezuela o cualquier país donde tenga que ejercer su profesión. Este innovador modelo educativo busca potenciar las capacidades de los estudiantes, de manera que estos sean capaces de entender las nuevas demandas exigidas en el campo laboral y que estos puedan crear mejores oportunidades con vistas al futuro (Coello, Crespo, Hidalgo y Díaz, 2008).

Este nuevo constructo educativo STEM requiere del uso de ciertos modelados innovadores alternativos para la enseñanza-aprendizaje como son: los proyectos interdisciplinarios, prácticas de laboratorio, el manejo de herramientas tecnológicas que vayan en armonía con la ciencia y la tecnología. Al mismo tiempo, las políticas educativas del estado venezolano son el paso fundamental que permitiría desarrollar el pensamiento crítico, innovador y creativo de los estudiantes del sistema educativo, haciendo de este modelo, una experiencia práctica innovadora que permita a los estudiantes ser más receptivos a los estímulos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, el desempeño académico siempre se ha caracterizado por ser una preocupación por parte de los docentes en todos los niveles educativos. Indistintamente del nivel en que se ejerza la praxis educativa, los fenómenos sociales y afectivos inciden en el rendimiento académico de los estudiantes. En el contexto actual, se observa en el sistema universitario, que los estudiantes de nuevo ingreso evidencian falta de interés en estudiar carreras técnicas, así como el alto índice de estudiantes que ingresan a las carreras técnicas con debilidades de conocimientos en las ciencias básicas (Física, matemática, química y biología) originan bajo rendimiento y deserción de las carreras estudiadas (Coello y otros, 2008).

Por todas estas circunstancias, que ocurren en el nivel educativo universitario, es necesario realizar estudios para mejorar la calidad educativa de los estudiantes de los diferentes niveles, con fines de motivar y desarrollar en ellos habilidades y destrezas que les permitan mejorar su desempeño académico y más aún desarrollar la conceptualización correcta en la toma de decisiones, ya sean en su entorno educativo como en su próxima inserción al campo laboral. Estos motivos llevan a investigar y reflejar la importancia sobre el modelo de enseñanza STEM y tratar de dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿estamos preparados para este cambio en el sistema educativo en la República Bolivariana de Venezuela? Para contribuir a darle respuesta se presenta el siguiente artículo.

Es importante recordar que las ciencias básicas se convierten en una herramienta educativa significativa al aplicar el enfoque STEM. Las disciplinas que están inmersas en esta área de conocimiento como la: Física, Química, Biología, Informática, Robótica, entre otras, requieren que los estudiantes trabajen en ciertas situaciones que les permitan aplicar diversas estrategias de enseñanza-aprendizaje y de conocimientos de Matemáticas, Tecnología e Ingeniería que son apoyos para la reconstrucción de sus conocimientos y que guardan relación con las actividades que propone el método de enseñanza-aprendizaje STEM que se sustenta en la teoría constructivista (Coello y otros, 2008).

Por ello, es importante que en los niveles de educación media y diversificada venezolana se apliquen estrategias de aprendizajes y técnicas que ayuden a desarrollar la construcción del conocimiento a través del aprendizaje autorregulado y metacognitivo. Las ciencias formales como las fácticas se utilizan como herramienta auxiliar en la enseñanza de varias conceptualizaciones de los diferentes programas de formación, ya que ofrecen a los estudiantes objetos que coayudan a comprender cómo la tecnología funciona en el campo laboral real, y

la forma en que los contenidos curriculares se alinean con las actividades en el entorno investigativo que a través de proyectos interdisciplinarios curriculares apoyan al desarrollo de habilidades como la colaboración, la resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y también incluiría al pensamiento computacional.

Por lo antes planteado la investigación tiene como objetivo principal establecer si el sistema educativo en la República Bolivariana de Venezuela presenta deficiencias que no le permitan estar preparado para asumir los retos que plantea la enseñanza STEM.

### **STEM como un modelo**

Es importante señalar que la aplicación de las actividades STEM consta de tres fases para el aprendizaje activo del participante: primero, la clase se integra horizontalmente con las clases de las diferentes unidades curriculares que se imparten; segundo, está diseñado para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades o competencias de aprendizaje profesional y, tercero, busca trabajar en base a la teoría constructivista en términos de resolución de problemas auténticos (Coello y otros, 2008).

En síntesis, el modelo educativo STEM puede desarrollar estrategias de enseñanza-aprendizaje (cognitivas, afectivas de apoyo y control) en los estudiantes de media y diversificada en el contexto venezolano. Además, propicia diferentes tipos de habilidades que pueden adquirir o potenciar según las actividades de este modelo educativo que vayan en armonía con las competencias académicas en un contexto académico (relaciones interpersonales).

La presente investigación considera dos requisitos tanto para el modelado STEM como para la propuesta educativa venezolana. Primero, que las disciplinas guarden relación con los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Esto significa, que el proceso de enseñanza-aprendizaje está centrado en el estudiante, quien construye y reconstruye conocimientos a través de su participación activa en la resolución de problemas provenientes del mundo real. Como segundo, clasificar dentro de uno de los cuatro grupos pertenecientes a las disciplinas duras Química, Física, Matemática, es decir, centrada a lo cuantitativo (los fenómenos o leyes universales), que integren los componentes de STEM, ya que ayuda a la resolución de los problemas planteados por este modelo educativo.

Es una realidad que las empresas de tecnología a nivel internacional y en el contexto venezolano llevan años en el desarrollo de programas propios de formación de sus empleados, con distintos formatos y metodologías (Digitales, 2019).

Concretamente, los programas dedicados a educación media (11 a los 13 años) deberían estar centrados principalmente en despertar vocaciones STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). En la de educación diversificada (13-16 años), además de motivar y reforzar las ya comentadas

vocaciones STEAM, buscan despertar el interés por nuevas áreas de conocimiento. Para los estudiantes que egresan de estos niveles, las actividades educativas se centran en la orientación y formación para el entorno académico universitario y un porcentaje menor en el campo laboral. Estas últimas se desarrollan principalmente con formatos de inmersión en entornos de trabajo: concursos formativos en áreas tecnológicas innovadoras como programas y cursos de formación gratuitos. Finalmente, la oferta formativa de las empresas para los jóvenes de más de 18 años se encuentra mayoritariamente orientada a la contratación temprana y a la especialización profesional (Digitales, 2019).

A pesar de todo lo anterior, los datos proporcionados por el Ministerio de Educación de la República Bolivariana de Venezuela, reflejan que cada vez son menos los interesados en realizar este tipo de formación, habiendo descendido los matriculados en carreras técnico-científicas en un 8% en los últimos años.

Como consecuencia de esta situación conocida, existen diversos documentos e informes que destacan la importancia de fomentar los estudios STEM, para que incidan en distintos factores:

- Factor educativo: mejora de la adquisición de competencias en STEM a nivel de conocimientos, habilidades y actitudes.
- Factor psicológico: promoción de la implicación activa del alumnado en el proceso de reflexión sobre sus competencias e intereses y su concordancia con los requeridos en STEM, con la participación de los docentes y de las familias en el refuerzo de las capacidades científico-técnicas.
- Factor informativo: asesoramiento académico y profesional con objetivo de dar a conocer las posibilidades laborales en el sector científico-técnico, no solo mediante los docentes de los centros escolares sino también mediante el contacto con profesionales STEM de distintos sectores industriales.
- Factor social: incidir en la mejora de la imagen social de las carreras STEM entre estudiantes, familias y sociedad en general.

En el contexto venezolano, el gobierno, en colaboración con empresas deberían incrementar su presencia en el sector educativo, para promover e impulsar estudios desde su línea de actuación y cómo puede ser desarrollada desde la educación, que tendría por objetivo identificar las razones que justifican una marcada tendencia al descenso en la matriculación de estudios universitarios en carreras STEM, así como los posibles planes de acción que promuevan el incremento de estos.

### **Justificación de la educación STEM en el sistema educativo de la República Bolivariana de Venezuela**

La educación media y diversificada para criterio de la autora Pérez (2008), en la actualidad requiere que la formación esté estrechamente relacionada con una de las herramientas de las que se nutre la sociedad de hoy para la mayoría de las actividades cotidianas. Por esta razón, en la era tecnológica que envuelve al planeta se requiere que sus habitantes cuenten con una educación que permita a

los estudiantes recibir una formación cónsona con los nuevos tiempos y con el uso de los avances tecnológicos. Por lo tanto, los docentes deben contar o tener la posibilidad de utilizar estas tecnologías en función de brindar un proceso de enseñanza-aprendizaje que se corresponda con sus propias realidades educativas.

Para Pérez (2008) es importante saber que los espacios educativos puedan ser vistos como centros tecnológicos de carácter educativos, dotados de recursos multimedia e informáticos, que pudieran ser orientados a la formación integral, continua y permanente de los docentes y estudiantes en el uso de las TIC y se considera además que la investigación es importante por cuanto permite a cada docente hacer reflexiones acerca de la importancia de usar estos espacios para impartir educación plástica con el uso de las TIC.

Respecto al contexto educativo venezolano en la enseñanza de las ciencias, el enfoque STEM aun no es considerado, y la integración de conceptos matemáticos, científicos y tecnológicos en la enseñanza-aprendizaje de programas tecnológicos y de ingeniería no se encuentra ampliamente divulgado. A diferencia de otros países, esto pudiera estar relacionado con que no hay material didáctico basado en enfoque STEM y asociado a la enseñanza de problemáticas en contexto o situaciones cotidianas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. En algunas publicaciones realizadas por Bosch y otros (2011), se mencionan situaciones problemas que involucran procesos de enseñanza-aprendizaje que articulan las cuatro áreas STEM. Algunas de estas publicaciones están delimitadas a las ciencias naturales desarrolladas en sesiones de trabajo en clase.

El planteamiento anterior y las preocupaciones que guían esta investigación permiten justificar entre otros aspectos, la necesidad de efectuar un análisis crítico sobre el modelo educativo STEM en el contexto venezolano, que pueda sistematizarse y pueda ser utilizado como un referente teórico para futuras investigaciones relacionadas al problema planteado. Así mismo, es importante resaltar que el modelo educativo STEM, representa una vía real para desarrollar y consolidar los estudios por las carreras técnicas en nuestro contexto universitario y, por lo tanto, exige a los docentes estar formados para asumir de manera correcta el proceso de enseñanza-aprendizaje enfocado en las STEM. Por otra parte, el estudio es una contribución para futuras investigaciones insertadas en la línea de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

### *Enfoque STEM en otros países*

En la Universidad de los Andes de Bogotá, publica su tesis de grado para optar por el título de Magister en Educación, titulada: "Diseño de un módulo didáctico con el enfoque STEM para la enseñanza/aprendizaje de los gases en la educación media". En esta la autora señala como conclusión:

Nuestros estudiantes necesitan ciencia para la vida cotidiana y nuestra labor como docentes es procurar entender qué es lo que realmente necesitan y cómo lo deberían aprender. El docente como guía del proceso de aprendizaje debe entonces generar la necesidad en el estudiante de aprender y participar en la

clase. Así como facilitarle las herramientas necesarias para consolidar los conocimientos que va adquiriendo y la capacidad de transferirlos a otros contextos que impliquen esos conocimientos. (Laverde, 2016, p.16)

Sánchez (2018), en la Universidad de Valladolid de España, publica la tesis de grado para optar por el título de Máster de Investigación en Ciencias Sociales, titulada: "Análisis de la Metodología STEM a través de la percepción docente", en esta el autor señala como conclusión:

Un porcentaje cada vez mayor de los docentes cambian la metodología tradicional educativa basada en el proceso de emisor-receptor, por metodologías activas como son el Aprendizaje Cooperativo presente en el modelo STEM, Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Basado en Proyectos o las Matemáticas realistas. (p. 32)

Prolongo y Pinto (2019) miembro del grupo de Didáctica e Historia, Reales Sociedades Españolas de Física y de Química y del grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química de la Universidad Politécnica de Madrid, publica su trabajo titulado: "La Educación STEM: Ejemplos Prácticos e Introducción al Proyecto Europeo Scientix". En este la autora expone como conclusión:

Que en el contexto educativo español se introduce el ámbito de lo que se conoce como educación STEM (acrónimo en inglés de las áreas de conocimiento: science, technology, engineering y mathematics), que a veces se incluyen disciplinas artísticas, por lo que se denota como STEAM. (p. 23)

Estos trabajos se relacionan con la presente investigación porque sus autores expresan que la educación STEM es desconocida para la mayoría de los docentes, por lo que todavía se debe trabajar para introducir esta metodología en las aulas. Plantean que es vital para las instituciones educativas estar en consonancia con la educación STEM y del mismo modo, en su contextualización dentro de los procesos de aprendizaje cada sujeto que está en formación puede apropiarse de tales herramientas, puesto que son importantes para el crecimiento y desarrollo de la educación en el sistema educativo. Además, se busca la incorporación e integración de las mismas a la actividad formativa, así como el uso de los ejercicios con problemas de la vida cotidiana en los centros educativos, es decir que su uso corresponda a las necesidades educativas de la población estudiantil.

Cabe destacar que se deben contemplar las condiciones sociales que enmarcan a la educación en la era de la información como: dirigirlas a comunidades abiertas, ver las telecomunicaciones como el medio más común y barato de intercambio. Esto implica, que el docente que imparte educación de hoy debe estar muy atento, alerta en cuanto a la realidad que envuelva a cada estudiante, porque cada ser interpreta y reacciona ante las TIC, de manera diferente (Pérez, 2008).

La investigadora Pérez (2008), sobre el modelo educativo STEM alude a que es una vía que permite innovar, profundizar y transformar el proceso de enseñanza del docente en el aula con énfasis en las ciencias básicas. La práctica docente

está unida a la realidad del aula, debido a que todo lo que hace el docente se refiere a lo que se desarrolla en la vida cotidiana en la escuela, esta inscripción permite una producción de conocimientos a partir del abordaje de la práctica docente como un objeto de conocimiento, para los sujetos que intervienen.

Por eso la práctica se debe delimitar en el orden de la praxis como proceso de comprensión, creación y transformación de un aspecto de la realidad educativa. Para el autor de la presente investigación el docente venezolano de los nuevos tiempos, necesita manejar de una u otra forma estas herramientas, puesto que el mundo educativo así lo requiere, cuando un profesional de la educación va más allá de las fronteras de su propio aprendizaje, está en concordancia con el compromiso moral que envuelve a esta profesión, lo que reivindica la posición del docente investigador e innovador.

Es evidente que los docentes venezolanos de hoy en día tienen un reto personal, una cuestión de ética y nivel de profesionalismo, un compromiso moral consigo mismo, para cumplir con las exigencias que demanda el mundo tecnológico. Por lo tanto, todo profesional de la educación debe estar constantemente actualizado en esta materia, en ese sentido la calidad de la enseñanza será mayor.

En la exhaustiva revisión de programas STEM realizada en 2013, Hill y Associates (2013) indican que hay una ausencia de estudios empíricos y marco teórico para guiar el diseño y la implementación de programas STEM. La gran mayoría de las propuestas se desarrollan en horario extracurricular, y los programas, generalmente, tienen como destinatarios los alumnos de educación secundaria y sus familias.

A pesar de ello, consideramos que la implementación de la educación STEM es más pertinente y viable en la etapa de educación media y diversificada, ya que el desinterés por la ciencia en los estudiantes comienza desde edades anteriores a estos niveles. Por otra parte, en el marco de un posible currículo integrado que actualmente se desarrolla en Venezuela, es poco probable y realista que un enfoque de estas características pueda ser implementado en la educación básica, por la organización curricular y la formación del personal docente.

Actualmente existe un amplio abanico de herramientas digitales que se pueden usar en la enseñanza de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática (las denominadas disciplinas STEM) durante la escolaridad de media y diversificada. En el presente trabajo de investigación, a partir de las definiciones propuestas por documentos marco de amplio consenso internacional, se discuten los puntos de encuentro entre la educación STEM y las herramientas digitales, y cómo una adecuada simbiosis entre ambas puede servir tanto para mejorar las competencias científicas, matemáticas y tecnológicas de los estudiantes como para mejorar sus competencias digitales necesarias para el desarrollo personal y profesional en la era digital (López y Pintó, 2017).

El modelo educativo STEM que pudiera ser desarrollado en el contexto educativo venezolano utilizaría la metodología de la indagación. Se inspiraría en una indagación de tipo acoplada y puede ser implementado dentro del currículo habitual de los distintos cursos de media y diversificada. Por otra parte, el término



“indagación” ha ocupado en los últimos años un lugar destacado en la educación científica; sin embargo, su definición está sujeta a concepciones diferentes que dan lugar a una amplia variedad de enfoques.

Para la presente investigación, aprender ciencia y sobre ella requiere actividades de enseñanza-aprendizaje que incluyan el análisis de cuestiones científicas a través del uso y del desarrollo de numerosas habilidades (identificación de variables, propuesta, planificación y realización de experimentos, interpretación de datos), el desarrollo de explicaciones y modelos usando evidencias y la extracción, discusión y presentación de resultados. Se trataría de una estrategia que procuraría facilitar la construcción del aprendizaje a partir de la interacción del estudiante con los objetos del medio ambiente que le estimulan, despiertan su curiosidad, y fomentan el desarrollo de pensamientos de orden superior y la resolución de problemas. Estas necesidades ya se demandan en el sistema educativo venezolano en todos sus niveles.

### **Educación STEM en la era digital: ¿qué sucede en las aulas, qué oportunidades se abren y qué retos aparecen en Venezuela?**

En los últimos años en Venezuela, cada vez menos jóvenes parecen interesados en problemas de índole científico-tecnológico. Este hecho se refleja en el incremento del número de estudiantes que finalizan la etapa de estudios formales sin una cualificación en ciencia y en el considerable descenso de matrículas en carreras científicas. Ante este desafío, varias han sido las propuestas que recientemente han aparecido para revertir esta situación. Dentro de ellas, se encuentran las que encajan en el amplio espectro STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) que propone la concepción de las diversas disciplinas como una entidad cohesionada cuya enseñanza sea integrada y coordinada, tal y como se utilizan en la resolución de problemas del mundo real (Sanders, 2009).

En paralelo con la implementación de programas STEM desarrollados para favorecer la alfabetización científica en el alumnado, se argumenta que una de las principales causas del desinterés por estas disciplinas se debe a una actitud negativa hacia la ciencia.

Aunque tradicionalmente en Venezuela a los estudiantes con edades de 14 hasta 16 años son considerados como óptimos para mejorar el interés por la ciencia, investigaciones recientes sugieren que dichas vocaciones están mayormente formadas y establecidas antes de esas edades. Sin embargo, estudios recientes sugieren la necesidad de un mayor énfasis en desarrollar una educación científica en la etapa de educación primaria, con estrategias didácticas renovadas a fin de mejorar las actitudes hacia la ciencia de los alumnos antes del inicio de la educación media y diversificada (Medina, 2020).

Por otra parte, se ha mostrado que existe una fuerte relación positiva entre las experiencias de los estudiantes con la ciencia en la escuela y la elección de futuros estudios en las disciplinas STEM (Tai, Qi Liu, Maltese y Fan, 2006). Por ello, en este trabajo presentamos un modelo didáctico en este sentido, que usa la

indagación dentro de la perspectiva STEM, para mejorar la actitud del alumnado hacia la ciencia.

### *Retos y oportunidades en la educación STEM para Venezuela en la era digital*

La introducción de todas estas herramientas digitales en la escuela venezolana para la enseñanza y el aprendizaje STEM también ha ido asociada al desarrollo de múltiples investigaciones sobre su uso en las aulas, sobre los beneficios que aportan, y sobre los riesgos y limitaciones que su uso conlleva. Algunas investigaciones han señalado claramente que el uso de tecnologías digitales no implica de forma automática una mejora de los procesos de enseñanza, ya que la manera en que se usan no depende solamente de la herramienta en sí, sino de las creencias y los modelos didácticos del profesorado que las adopta (Jimoyiannis, 2010).

Además, López y Pintó (2017) destacan que el uso de imágenes digitales en las clases de ciencias (por ejemplo, las representaciones que aparecen en animaciones y simulaciones científicas) no implica una mejor comprensión de las ideas científicas subyacentes, y que es necesario dar apoyo a los estudiantes para identificar, decodificar y comprender la información científica que se representa.

Finalmente, más allá de la educación STEM, en la discusión sobre las ventajas e inconvenientes de las herramientas digitales en el aula surgen temas de gran importancia que, si bien no son estrictamente pedagógico-didácticos, no pueden ni deben trivializarse y ejercen una enorme influencia en los procesos de decisión. Estos son los problemas de equidad en el acceso a las herramientas y su influencia en la diferenciación e incluso segregación entre alumnos y escuelas (brecha digital escolar), por no hablar de la dificultad de gestión que implica la introducción de estos dispositivos en las aulas convencionales (Medina, 2020). Es importante saber si los docentes venezolanos están preparados desde el punto de vista académico, pedagógico y didáctico para asumir el reto de la educación STEM en el contexto actual de Venezuela.

Ante este panorama de incertidumbre y potenciales riesgos, investigadores, legisladores, docentes, padres y representantes en general, deben valorar pros y contras de la introducción de herramientas digitales y acceso al mundo digital, así como decidir las formas correctas de guiar esta introducción. Para ayudar en este proceso de decisión, sería conveniente tener la respuesta a las siguientes preguntas: ¿Realmente se aprende más y mejor cuando se usan herramientas digitales? ¿Qué evidencias justifican esta hipótesis de trabajo? ¿Cómo debe administrarse el uso de estas herramientas con estudiantes? En este trabajo de investigación pretendemos aportar a estas cuestiones reflexiones desde la investigación para diagnosticar la preparación del sistema educativo venezolano para la implementación de la educación STEM.

### *Oportunidades de la educación STEM en el contexto venezolano*

Para analizar qué aportaría la educación STEM al sistema educativo venezolano, es necesario conocer el desarrollo de las competencias digitales que actualmente

están presentes en las aulas de clases. Para ello es importante comenzar por definir qué entendemos por dicha competencia.

La Internacional Society for Technology in Education (ISTE) plantea un conjunto de indicadores para definir esta competencia digital, divididos en cinco bloques:

- Información (identificar, localizar, recuperar, almacenar, organizar y analizar información digital, juzgar su relevancia y propósito).
- Comunicación digital (comunicarse en entornos digitales, compartir recursos a través de herramientas en línea, vincularse con otros y colaborar a través de herramientas digitales, interactuar y participar en comunidades y redes con sensibilización intercultural).
- Creación de contenidos digitales (en múltiples formatos, integrar y reelaborar conocimientos y contenidos previos y teniendo en cuenta los derechos de propiedad intelectual y las licencias).
- Seguridad digital (protección personal, protección de datos, protección de identidad digital, medidas de seguridad, uso seguro y sostenible de las herramientas digitales).
- Resolución digital de problemas (identificar necesidades y recursos digitales, tomar decisiones informadas sobre cuáles son las herramientas digitales más apropiadas de acuerdo con el propósito o necesidad, resolver problemas conceptuales a través de medios digitales, usar creativamente tecnologías y resolver problemas técnicos).

Este marco, que define esta competencia digital como aquella que implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el uso del tiempo libre, la inclusión y participación en la sociedad. A partir de estos, pudiéramos preguntarnos si estamos preparados para la educación STEM.

En paralelo, otra idea vinculada a la alfabetización para un mundo digital que ha emergido en la última década en Venezuela es la de la alfabetización computacional, también denominada como pensamiento computacional, apoyada por instituciones como la Internacional Society for Technology in Education (ISTE).

Esta capacidad está estrechamente ligada a la resolución de problemas de diferentes tipologías (lo que se conoce con el nombre Aprendizaje Basado en Problemas), y que incluye fases como: primero entender el problema, después plantear un diseño, plan o proyecto, luego ejecutar el plan para resolver el problema y finalmente, revisar el resultado.

Nuestra sociedad requiere futuros ciudadanos alfabetizados digitalmente, capaces de desarrollarse en un mundo digital de la mejor forma posible, que sepa recoger e interpretar todo tipo de información digital, comunicarse adecuadamente, de forma crítica y segura, produciendo sus propios contenidos digitales, etc. Si bien las disciplinas STEM no son las únicas que permiten

desarrollar estas competencias básicas, estas conllevan un gran potencial, ya que existen diferentes razones por las que una buena forma de trabajar en el aula los contenidos STEM (basada en el marco de las prácticas STEM anteriormente expuesto) puede contribuir de manera significativa a una alfabetización digital de la población.

En primer lugar, creemos que los retos y contextos propios de las áreas STEM son óptimos para aprender a identificar, organizar y analizar información digital, así como para crear y comunicar contenidos digitales. Por ejemplo, en este marco se hace imprescindible comunicar los resultados de una investigación científica, una resolución matemática o un diseño ingenieril, y esto es una oportunidad dentro del aula para promover las habilidades y competencias comunicativas con soporte digital, una de las piezas clave identificadas por todos los referentes sobre educación digital.

Algunas técnicas digitales como el *time lapse* o el *stop motion* son interesantes formas de comunicar ideas científicas o matemáticas, y los primeros resultados de investigación en contextos de enseñanza sobre el cuerpo humano o la astronomía (Fridberg, Thulin y Redfors, 2017) apuntan a la oportunidad que ofrecen tanto para comunicar ideas científicas como para desarrollar la competencia digital.

El uso de otros soportes digitales, como paneles digitales (Doménech y otros, 2016) o los foros usados en los entornos virtuales de aprendizaje son oportunidades para desarrollar la competencia digital. Finalmente, Hill y Grinnell (2014) señalan las infografías como técnicas de comunicación digital especialmente útiles en las áreas STEM, ya que su elaboración promueve la capacidad de sintetizar y estructurar la información a menudo compleja que caracteriza este ámbito.

Del mismo modo, una educación STEM también implica el desarrollo de maneras de pensar y razonar que son especialmente interesantes a la hora de aprender a resolver problemas digitalmente, tomar decisiones y hacer uso de las tecnologías creativas. De hecho, desde el análisis de la era digital en el ámbito profesional, a menudo se habla de la sociedad postindustrial o del conocimiento, caracterizada por el valor dado a la competencialidad o capacidad de utilizar el conocimiento con sentido y en contexto, y donde las demandas laborales tradicionales se transforman (De Fruyt, Wille y John, 2015).

Trabajos que anteriormente habían implicado tareas repetitivas y rutinarias han cambiado, incorporan nuevas funciones (que incluyen tareas no rutinarias, como la búsqueda activa de soluciones a problemas, la necesidad de colaboración con otros compañeros, o un grado de competencia tecnológica alto) o bien han sido eliminados del todo (Neubert, Mainert, Kretzschmar y Greiff, 2015). Más allá del dominio de sofisticadas tecnologías, la comunicación compleja, el pensamiento crítico o la capacidad de resolver problemas imprevistos son algunas de las llamadas competencias del siglo XXI que la escolaridad debería garantizar entre los ciudadanos del futuro en general, y los trabajadores en particular.

El cambio de paradigma que supone el paso hacia una sociedad basada en el conocimiento plantea, sin embargo, un gran reto: se hace inevitable el paso de una educación profesionalizadora de carácter técnico-manipulativo basada en el conocimiento práctico y la experiencia a una educación basada en las competencias transversales y el conocimiento profundo para ser utilizado, o lo que algunos llaman un conocimiento más sistemático que permite adaptarse a los continuos cambios en los que vivimos (Lipsmeier, 2016).

Finalmente, la enseñanza STEM debería ayudar a que nuestros estudiantes sean más capaces de entender y modificar adecuadamente las herramientas digitales. Así, la alfabetización digital esperada de los futuros debería implicar no solo el uso de herramientas digitales per se, sino su co-creación y adaptación a las necesidades individuales. El conocimiento científico, matemático y tecnológico juega un importante papel en esta capacidad de uso y adaptación de las tecnologías digitales para la capacidad de personalización e incluso fabricación digital de apps, video-juegos, simulaciones y otras herramientas y entornos digitales.

Para ello el sistema educativo venezolano debe estar preparado. En este sentido, se habla incluso de una nueva competencia denominada “de diseño” o “de invención”, dentro del paradigma de la democratización del diseño cada vez más al alcance del ciudadano de a pie (Blikstein, 2013), y que se plasma en la eclosión de los laboratorios de creación digital (los denominados Fablab), o por ejemplo las placas Arduino de hardware libre, que permiten la creación y personalización de todo tipo de dispositivos electrónicos. A nuestro entender, afrontar el riesgo de una nueva brecha digital (entre aquellas personas que serán capaces de crearse entornos a su medida y aquellas que no) pasa, entre otros factores clave, por garantizar un buen dominio de conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos de nuestros estudiantes.

A su vez, otro de los aspectos clave de la alfabetización digital de todo ciudadano que la educación STEM puede promover es la capacidad para seleccionar y usar la información disponible en la red de forma crítica y segura, identificar y contrastar autorías y fuentes de información fiables, así como realizar búsquedas dinámicas (Marqués y Sarramona, 2017). En este sentido, la apuesta por incorporar las llamadas controversias socio-científicas (SSI) en la educación STEM plantea una interesante oportunidad para esta selección crítica de información.

Los estudiantes actualmente se enfrentan a dilemas o cuestiones sociales controvertidas donde interviene el conocimiento científico. En estos contextos los estudiantes deben acceder, interpretar y juzgar diferentes fuentes de información para elaborar una posición propia (Bögeholz, 2014). Por ejemplo, plataformas como Engage35 ofrecen recursos digitales centrados en controversias de esta naturaleza, y proponen a los estudiantes elaborar pequeñas investigaciones y discusiones sobre contenidos STEM para posicionarse ante las mismas.

## Precisiones finales

El concepto STEM es desconocido para la mayoría de los docentes venezolanos, por lo que se debe trabajar para introducir esta metodología en las aulas.

Se concluye que un porcentaje cada vez mayor de los docentes cambian la metodología tradicional educativa basada en el proceso de emisor-receptor, por metodologías activas como son: el Aprendizaje Cooperativo, Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Basado en Proyectos o las Matemáticas realistas. Los docentes no emplean esta metodología en su totalidad, pero sí algunos elementos para completar la que utilizan en el aula, como es: el empleo de ejercicios con problemas de la vida cotidiana, la realización de trabajos en grupos, la adquisición de algún concepto concreto a través del planteamiento de un problema, entre otros.

Se evidencia que existen factores que frenan la educación STEM en Venezuela: el primero, el factor humano y el segundo, el factor legal. El factor humano se basa en conocer si los docentes están dispuestos a realizar este tipo de metodología en sus aulas. Los resultados obtenidos del cuestionario online aplicado a una muestra de estudiantes de tecnología en Pesca y Acuicultura de la Universidad Bolivariana de Venezuela, indica que no todos los docentes son más abiertos en cuanto a metodologías que se pueden emplear para desarrollar este tipo de educación y además insisten en que estos docentes se centran en emplear las metodologías que dominan y que dieron resultados positivos anteriormente.

Docentes que denominamos analógicos, que emplean únicamente la metodología tradicional, y docentes que denominamos digitales, aquellos que mantienen un proceso de formación continua con diferentes tipos de metodologías y se encuentran ligados a las nuevas tecnologías. En cuanto al factor legal, este se centra en conocer si los docentes legalmente podían emplear metodologías como la STEM en el aula. Legalmente no existe una ley en Venezuela que les impida llevar a cabo metodologías de este estilo al aula, pero la misma no está contemplada en el currículo básico nacional, habría que efectuar una adecuación al menos en el nivel de media y diversificada.

Como conclusión general, los resultados aportados por esta investigación establecen que la metodología STEM se encuentra en un proceso de reflexión y discusión en el contexto educativo venezolano para su posible incorporación al aula de la mano de los docentes digitales, que al igual que otras metodologías, como el Aprendizaje por Proyectos que se encuentra ligado a la educación infantil, puede llegar a integrarse en su plenitud dentro de los centros educativos.

## Referencias

Blikstein, P. (2013). Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. En J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers.

- Bosch, H. E., Bergero, M. S., Carvajal, L., Di Blasi, M. A. y Geromini, M. (2011). Nuevo paradigma pedagógico para la enseñanza de ciencia matemática. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(3), 131-144.
- Coello, S., Crespo, T., Hidalgo, J. y Díaz, D. (2008). El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de Física. *Journal Phyc Education*, 12(2). Recuperado de <http://www.lajpe.org>
- De Fruyt, F., Wille, B. y John, O. P. (2015). Employability in the 21st Century: Complex (Interactive) Problem Solving and Other Essential Skills. *Industrial and Organizational Psychology*, 8(2), 276–281. Recuperado de <https://doi.org/10.1017/iop.2015.33>
- Digitales (2019). *El Desafío de las vocaciones STEM. Por qué los jóvenes españoles descartan los estudios de ciencia y tecnología*. Recuperado de <http://www.digitales.es>
- Doménech, X., Llorente, I., Ruiz, N., Serra, C., Ulldemolins, M., Arrizabalaga, A. y Domènech Casal, J. (2016). XYZ-Stars i Solar System Pathway. *Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària* (31), 0021–0028. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/record/159719>
- Fridberg, M., Thulin, S. y Redfors, A. (2017). *Preschool children's Collaborative Science Learning Scaffolded by Tablets*. Research in Science Education. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9596-9>
- Hill, D. y Associates (2013). *Understanding Integrated STEM Education: Report on a National Study*. Trabajo presentado en 120th ASEE Annual Conference & Exposition.
- Hill, S. y Grinnell, C. (2014). Using digital storytelling with infographics in STEM professional writing pedagogy. Trabajo presentado en IEEE International Professional Communication Conference (IPCC) (pp. 1–7). Pittsburgh, PA.
- Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259–1269.

Laverde, J. (2016). *Diseño de un módulo didáctico con el enfoque STEM para la enseñanza/aprendizaje de los gases en la educación media* (tesis de maestría). Universidad de los Andes, Bogotá. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/view/subjects/37.html>

López, V. y Pintó, R. (2017). Identifying secondary-school students' difficulties when reading visual representations displayed in physics simulations. *International Journal of Science Education*, 39(19), 1353–1380. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1332441>

Medina, A. (2020). Educación universitaria mediada por las TIC en el contexto de la pandemia COVID-19. *Revista de Educación a Distancia*, 25(2), 1-4.

Neubert, J. C., Mainert, J., Kretschmar, A. y Greiff, S. (2015). The Assessment of 21st Century Skills in Industrial and Organizational Psychology: Complex and Collaborative Problem Solving. *Industrial and Organizational Psychology*, 8(2), 238–268. Recuperado de <https://doi.org/10.1017/iop.2015.14>

Pérez, A. (2008). *Una nueva forma de planificación en el aula: el Modelo T*. Recuperado de [https://www.google.co.ve/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fmartiniano.editorialconocimiento.cl%2Fwp-content%2Fuploads%2F2009%2F05%2Funa-nueva-forma-de-planificacion-en-el-aula.doc&ei=9ufoVlb\\_FYyxsATJ\\_4KwAQ&usq=AFQjCNGhowVeadvFHTd\\_Uk96TVHwcr3NWg&bvm=bv.86475890,d.cWc](https://www.google.co.ve/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fmartiniano.editorialconocimiento.cl%2Fwp-content%2Fuploads%2F2009%2F05%2Funa-nueva-forma-de-planificacion-en-el-aula.doc&ei=9ufoVlb_FYyxsATJ_4KwAQ&usq=AFQjCNGhowVeadvFHTd_Uk96TVHwcr3NWg&bvm=bv.86475890,d.cWc)

Prolongo, M. y Pinto, G. (2019). *La Educación STEM: Ejemplos Prácticos e Introducción al proyecto Europeo Scientix*. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/333718860>

Sánchez, I. (2018). *Análisis de la Metodología STEM a través de la percepción docente* (tesis de maestría). Universidad de Valladolid, España. Recuperado de <http://www.uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/30952/TFMB.134.pdf;jsessionid=33BA67F247C843850DC7E88A6023D778?sequence=1>

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.