

Estrategia de transformación para la formación en informática: hacia el desarrollo de competencias en educación básica y media para la Industria 4.0 en Medellín – Colombia

Bell Manrique-Losada¹, María Clara Gómez-Álvarez¹, Liliana González-Palacio¹

bmanrique@udem.edu.co; mcgomez@udem.edu.co; ligonzalez@udem.edu.co

¹ Universidad de Medellín, Carrera 87 No. 30-65, 50026, Medellín, Colombia.

DOI: [10.17013/risti.39.1-17](https://doi.org/10.17013/risti.39.1-17)

Resumen: La informática ha logrado avances sustanciales en la sociedad, en razón al rol transformador que tiene la tecnología como eje de desarrollo. A pesar que la educación también se ha visto permeada por las transformaciones de la tecnología y la evolución de la informática, es muy baja la afectación y transformación de los currículos, especialmente de básica y media. Así, en países como Colombia la formación en informática sigue concibiéndose como una asignatura complementaria a otras áreas que busca la formación de consumidores de tecnología, más que la de creadores de ella. En este trabajo se propone una estrategia de transformación para la formación en informática en instituciones de educación básica y media, orientada hacia el desarrollo de competencias para la Industria 4.0, centradas en el pensamiento creativo y computacional. Esta propuesta se compone de dos ejes fundamentales: diseño curricular y diseño didáctico, así como de un ecosistema de formación.

Palabras-clave: pensamiento computacional; pensamiento creativo; formación en informática; diseño curricular; ecosistemas de formación.

Transformation strategy for computer training: towards the skills development in basic and secondary education for Industry 4.0 in Medellín-Colombia

Abstract: Computing has made substantial progress in society, due to the transformative role that technology has as the axis of development. Even though education has also been permeated by the transformations of technology and the evolution of computer science, the affectation and curricula transformation is very low, especially in basic and secondary levels. Thus, in Colombia computer training continues being conceived as a complementary subject to other areas that seek the training of technology consumers rather than its creators. This work proposes a transformation strategy for computer training in primary and secondary education institutions, oriented towards the development of competences for Industry 4.0, focused on creative and computational thinking. This proposal has two key

elements: curricular design, and didactic design as well as a Training Ecosystem in institutions at these levels.

Keywords: computational thinking; creative thinking; computer training; curriculum design; training ecosystems.

1. Introducción

La informática ha logrado hoy en día avances inimaginables en todos los ámbitos de la sociedad, en razón al rol transformador que tiene la tecnología con la adaptación a nuestro entorno y la satisfacción de las necesidades personales, sociales y culturales. Evidentemente, la educación también se ha visto afectada por el cúmulo de transformaciones producidas por la inclusión de la tecnología en estos ámbitos que han generado a su vez cambios en los modelos pedagógicos, en el rol y perfil de los usuarios que se forman, y en los escenarios donde acontece el proceso de enseñanza-aprendizaje, entre otros. A pesar de este tipo de afectaciones en la educación, propiciada por la evolución de la tecnología y la informática, así como por la implementación de teorías pedagógicas como el conectivismo (Goldie, 2016) que surgen para explicar cómo aprendemos en los nuevos contextos tecnológicos actuales, se reconocen debilidades como una baja afectación y rediseño de los currículos (Cortés, 2016), sin orientación hacia el desarrollo del pensamiento creativo y computacional, y la falta de formación e infraestructura adecuada (Buxarrais & Ovide, 2011) por parte de los actores involucrados.

En este sentido y por razones como las descritas, hoy en día la informática, especialmente en los niveles de básica y media (ByM), sigue concibiéndose como una asignatura complementaria a otras áreas que busca la formación de usuarios o consumidores de tecnología, más que de adoptadores o creadores de ella. Los estudiantes usan y conocen muchos recursos y herramientas tecnológicas, pero no saben utilizarlas para la apropiación de conocimiento (Avendaño, 2015).

La ventaja de lograr una formación pertinente en informática desde ByM, fundamentada en el desarrollo del pensamiento creativo y computacional es entonces evidente: permite la transformación de una sociedad formada por meros consumidores de tecnología, en una de potenciales desarrolladores de ésta. Si se orienta adecuadamente la formación en nuevas tecnologías, se puede concebir un sistema educativo reformado e innovador. Experiencias de desarrollo del pensamiento creativo y computacional (PCC), como lo expresa Cortés (2016), logran que los estudiantes despierten su curiosidad e interés por la ciencia, generando nuevas formas de aprender y solucionar problemas del mundo real.

En los últimos años se ha renovado el interés en la enseñanza de pensamiento computacional y programación alrededor del mundo, como una forma de ampliar las oportunidades para los jóvenes y aumentar la competitividad de los países. Desafortunadamente, Colombia se ha mantenido relegada en relación a los países líderes en estos temas como Inglaterra e Israel, y ha persistido en políticas de educación en informática que privilegian la enseñanza en el uso de aplicaciones (Riesco *et al.*, 2014). Actualmente, impulsada por los Ministerios de Educación y de las TIC, se están desarrollando algunas iniciativas relevantes en torno a estos temas, las cuales deben ser fortalecidas y apalancadas en los ámbitos regionales.

En este trabajo se propone una estrategia de transformación de la formación en informática en instituciones de educación ByM en Medellín y su área metropolitana, como una iniciativa local orientada hacia el desarrollo de competencias centradas en el PCC. Esta propuesta se presenta como una alternativa de formación en informática a partir de la educación inicial, con dos ejes articuladores: programación y robótica. Los beneficiarios directos son administradores educativos y profesores, dado que la propuesta facilita las acciones de diseño curricular/didáctico y su aplicación práctica en el aula. Asimismo, se define un marco de trabajo que facilita el desarrollo de un *Ecosistema de Formación* en las instituciones de educación ByM que estén incursionando en procesos de renovación curricular.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera: en la primera sección se presenta la fundamentación conceptual de la investigación. En la segunda sección se muestra un análisis de los trabajos relacionados identificados en el estado del arte. En la siguiente sección se presenta la estrategia propuesta para solucionar el problema y se describen detalles del proceso de implementación y validación. Finalmente, se presentan los resultados de la evaluación de la estrategia y las conclusiones derivadas del presente trabajo.

2. Fundamentación conceptual

En esta sección se abordan los conceptos que fundamentan la investigación de la cual se deriva el presente artículo. Se inicia con la definición de enseñanza-aprendizaje, luego se describe el enfoque conceptual asociado a Diseño Curricular, y finalmente los fundamentos de la formación en informática.

2.1. Enseñanza y aprendizaje

La enseñanza y el aprendizaje forman parte de un proceso unitario que tiene como fin la formación del estudiante (Infante & Miranda, 2017). Es así como convergen la función mediadora del profesor y la acción de apropiación del estudiante.

La enseñanza comprende la transmisión de información por parte del docente mediante una comunicación concreta, que genera como resultado un cambio en el estudiante en forma de conocimientos, habilidades y/o capacidades (Sánchez, 2006). El aprendizaje se centra en la adquisición de un nuevo conocimiento, habilidad o capacidad y se considera efectivo cuando se manifiesta en un tiempo futuro y favorece la solución de problemas (Sánchez, 2006).

El proceso de enseñanza-aprendizaje parte de la interacción/comunicación en el aula o en el espacio donde se está dando el acto educativo, por ejemplo, una plataforma virtual. Además, se enmarca en unas coordenadas espacio-temporales, y se orienta por unos lineamientos metodológicos. Se trata de un fenómeno complejo, en razón a que intervienen un conjunto de factores y características especiales, como lo sugiere Núñez et al. (1998): las diferencias individuales de los actores del proceso y los tipos de interacción que estas diferencias suponen, y el conocimiento y características de los contenidos teóricos o procedimentales.

2.2. Diseño curricular

El término ‘Diseño Curricular’ es empleado para referirse a la estructuración de planes de estudio (a partir de contenidos curriculares), programas e incluso a la instrumentación didáctica del proceso de formación o proceso de enseñanza-aprendizaje (Álava et al., 2019). Los contenidos curriculares pueden ser de diversos tipos: de unidad, de materia o asignatura, de área, de etapa escolar, entre otros. Así, el proceso de diseño curricular se formaliza en un documento que puede reconocerse como un plan instruccional, programa de un curso, programa de área, plan de estudios. Por su parte la estructura curricular determina las etapas de diseño relativas al perfil, objetivos, contenidos y metodología, siguiendo clasificaciones estándar para este diseño, como la taxonomía de Bloom.

Taxonomía de Bloom

Como se mencionó anteriormente, en el acto educativo hay dos procesos indisolubles: la enseñanza y el aprendizaje. En éste último, es fundamental establecer y detallar los objetivos de aprendizaje. Para apoyar esta labor, Benjamín Bloom propuso desde 1950 una taxonomía que permite categorizar a partir de un conjunto de verbos las nuevas habilidades y conocimientos que un estudiante debe adquirir al apropiarse de algún concepto, o área de conocimiento. A lo largo de décadas esta taxonomía ha evolucionado, hasta convertirse en uno de los principales referentes para la definición de competencias (Anderson & Krathwohl, 2001).

Didácticas y estrategias de enseñanza y aprendizaje

La planificación o el diseño del proceso formativo debe ser explicado en el marco de los planteamientos de la pedagogía y la didáctica. Un lugar relevante lo ocupa también la parte aplicada, que se reconoce en función de la metodología, con sus estrategias y técnicas, así: la didáctica es una disciplina pedagógica que estudia los elementos constitutivos de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Zambrano, 2005). De otro lado, la metodología hace referencia a la forma de materializar el acto educativo. En términos de la planificación curricular, incluye la forma de enseñar (método), el papel del estudiante (activo, pasivo), las funciones del profesor en el proceso de construcción del conocimiento, las técnicas para desarrollar las tareas, los tiempos, espacios y materiales necesarios y las competencias que se deben lograr (Zambrano, 2005).

2.3. Formación en informática

Esta formación busca entender y tener éxito en la solución de problemas de la vida real. Si bien existen diversas aproximaciones a las TIC en los currículos de niveles básico y medio, el desarrollo de esta área no se ve plasmado de manera adecuada, en la mayoría de los casos debido a que no se concibe como una asignatura con entidad propia, o a su orientación se fundamenta hacia el uso de aplicaciones.

Formación en informática a nivel mundial

Inglaterra fue el primer país (desde el 2014) en incluir de manera obligatoria en el currículo de los niveles ByM (entre 5 y 16 años), asignaturas de informática (UK, 2013). Países como Canadá, Israel y Japón lideran la clasificación de la OCDE donde hay mejores

niveles de educación (OCDE, 2013). Canadá ha definido en su normatividad curricular desde ByM una sección destinada de manera explícita hacia la informática (OME, 2008). Israel tiene definiciones curriculares para ByM de cursos de informática optativos, como fundamentos de algoritmos, programación y diseño de software (Hazzan, Gal-Ezer, & Blum, 2008). Además, tiene incluidos programas de gobierno para preparación de profesores y una línea de investigación en educación en ciencias de la computación. En Japón, se tiene desde secundaria asignaturas obligatorias para desarrollar competencias y capacidades de resolución de problemas y ciudadanía digital (Matsuda, 2010).

En Estados Unidos, las disposiciones para formación y diseño curricular se regulan en cada estado. En la mayoría no se enseña informática o son cursos optativos que no forman parte del núcleo curricular. Dada esta debilidad, desde el 2016 y bajo la iniciativa *Computer Science for All* (Ciencias de la Computación para todos) liderada por el expresidente Barack Obama, se logró promover la expansión de su enseñanza en las escuelas. Por otro lado, se han liderado movimientos privados como Code.org, que buscan introducir la enseñanza de informática en las escuelas y hogares con el apoyo personalidades reconocidas como Bill Gates de Microsoft o Mark Zuckerberg de Facebook.

En América Latina, y de acuerdo al estudio de políticas y prácticas para la enseñanza de las ciencias de la computación en América Latina (Jara, Rodríguez & Claro, 2019), Costa Rica instituyó una asignatura de informática educativa hace treinta años, basada en la enseñanza de programación para niños de primaria, lo cual se amplió luego a secundaria. En la actualidad, esta política está orientada hacia desarrollar el pensamiento computacional mediante la programación, robótica y *Makers*.

Formación en informática en Colombia

En Colombia se establecen por medio de las Leyes 115 de 1994 y 30 de 1992 el contexto y la estructura del servicio educativo en dos tipos: educación formal y no formal, conocida como educación para el trabajo. La educación formal, para el alcance de este artículo, se clasifica en: nivel preescolar (mínimo un grado obligatorio), nivel básico con una duración de nueve grados (básica primaria: cinco grados y básica secundaria: cuatro grados), y nivel medio con una duración de 2 grados. Al final de este ciclo se logra un título de bachiller académico, o en otros casos, bachiller técnico en algún área específica.

En cuanto al área de informática, si bien existen algunos esfuerzos aislados por incorporar fundamentos de programación en el currículo en la educación formal ByM, en la mayoría de instituciones educativas la asignatura de tecnología tiene como contenido básico el uso de herramientas de ofimática. Uno de las experiencias más relevantes de la incorporación de competencias en informática en la educación media, la constituye la incorporación de media-técnica en desarrollo de software, como actividad extracurricular que permite a los estudiantes titularse como bachilleres técnicos en esta área. A la fecha, aproximadamente 110 colegios públicos de la ciudad cuentan con esta modalidad como resultado de trabajo de la Alianza Futuro Digital Medellín (Henao, 2011).

Competencias en Pensamiento Creativo y computacional

Actualmente, para cualquier individuo de la sociedad es evidente que el manejo de tecnologías digitales es una habilidad básica y en algunos innata (nativos digitales).

La expansión del uso y acceso de Internet en todos los entornos sociales, culturales y económicos, la amplia oferta de aplicaciones y el uso masivo de dispositivos inteligentes (como teléfonos móviles) han convertido la informática en un elemento indispensable en la vida cotidiana. Dadas estas condiciones, se ha generado un cambio en el rol del usuario, que, como afirman Riesco et al. (2014) ha dejado de ser un mero usuario de herramientas para convertirse en un *agente* que debe modificarlas y adaptarlas a sus necesidades.

De acuerdo a la ISTE (*International Society for Technology in Education*) el Pensamiento Computacional es un proceso de análisis y solución de problemas que incluye características asociadas a: formular problemas de una forma que permita usar ordenadores y otras herramientas para solucionarlos; organizar y analizar datos de manera lógica; representar datos mediante abstracciones; y automatizar soluciones mediante pasos ordenados (pensamiento algorítmico), entre otros (CSTA & ISTE, 2011).

El pensamiento creativo se concibe como una alternativa privilegiada para la transformación de las condiciones sociales y culturales que se requiere enfrentar en la actualidad y que tienden a complejizarse día tras día (Velásquez, 2017). Así, se sugiere que la resolución de problemas pueda ser modelada por una máquina que procesa información (computador), promoviendo la creatividad de los estudiantes y logrando vincular la teoría computacional y las aplicaciones en el mundo real.

3. Trabajos relacionados y Antecedentes

A continuación, se presentan algunas experiencias exitosas en Latinoamérica, Colombia y el mundo, orientadas a la formación en tecnologías abarcando PCC, mediante los ejes articuladores robótica y programación.

3.1. Colombia - Latinoamérica

Barrera & Montaño (2015) plantean una propuesta para fomentar el pensamiento computacional en la educación media en Chile fundamentada en el desarrollo de recursos para promover competencias lógicas de programación utilizando Scratch. Esta propuesta consta de sesiones diseñadas con objetivos de aprendizaje y actividades de PCC presentes en cada sesión. Sin embargo, no se incorpora al currículo de informática de instituciones de educación ByM, sino que se aborda como un taller complementario y voluntario para estudiantes de séptimo y octavo grado por un período de dos meses.

En este mismo sentido también se encuentra el trabajo de Basogain, Olabe & Olabe (2015) en República Dominicana, quienes desarrollaron durante 6-10 meses un curso de pensamiento computacional mediante la plataforma Egelapi a niños de educación primaria entre 6-12 años, donde los resultados de los exámenes y entrevistas realizadas muestran alto nivel de desempeño y satisfacción de los estudiantes.

A nivel Colombia, se identifican dos experiencias similares: (i) Incorporación del pensamiento computacional en curso de primaria con 66 alumnos entre 7-10 años dividiendo a los alumnos en tres grupos (básico, intermedio y avanzado). En este curso se realizaron pruebas al iniciar y finalizar, evidenciando un aumento del 6.56% en el nivel avanzado (Rodríguez, 2017). (ii) Incorporación de pensamiento computacional en la asignatura Matemáticas mediada por Scratch en niños entre 10-11 años, donde se

comparó el desempeño de un grupo experimental y un grupo de control obteniendo resultados superiores (Galindo Suárez, 2016).

También se reconocen diversas experiencias del uso de robótica para la enseñanza de computación en educación ByM. En Costa Rica, Vega-Moreno, Cufí Solé, Rueda & Llinás (2016) describen el proyecto EDUROVs para fomentar el aprendizaje basado en proyectos de robótica promoviendo la creatividad, el uso de nuevos materiales y el desarrollo de habilidades de programación a bajo costo. En el caso de Colombia, entre otros, Vargas, Guapacho & Isaza (2017) presentan una propuesta para el desarrollo de competencias cognitivas en matemáticas y física mediante el uso de la robótica educativa como elemento integrador de las áreas STEM. Esta propuesta incluye el diseño de un plan de estudios basado en objetivos, actividades, materiales requeridos y métodos de enseñanza-aprendizaje, el uso de diferentes aplicaciones robóticas junto con software interactivo, desde grado 5º a 11º.

3.2. Mundo

En relación a la enseñanza de pensamiento computacional, se encuentran trabajos como: Morrás (2014) en Escocia, forman en fundamentos de programación por 8 semanas a un grupo de 21 alumnos entre 8-9 años de educación primaria. Al evaluar a los estudiantes por medio de rúbricas se obtuvieron resultados satisfactorios en términos de mejora cognitiva con respecto a la clase tradicional. En España, Moreno-León, Robles & Román-González (2015) incorporan pensamiento computacional en un grupo de primaria y otro de secundaria mediada por Scratch. La percepción final de los participantes la reconocen como una herramienta atractiva y de fácil manejo y generó una mejora en las competencias de programación. En Estados Unidos, autores como Yadav, Gretter, Hambrusch & Sands (2016) plantean la importancia de incorporar la enseñanza de ciencias de la computación en la educación ByM (K-12), lo que implica mayores esfuerzos en la formación de docentes con estas competencias, cuyos principales retos son: (1) Los licenciados poseen conocimientos en didáctica y pedagogía, pero su formación y experiencia en disciplinas como programación es escasa, (2) Falta de conocimiento de métodos de evaluación del aprendizaje logrado en los estudiantes y (3) Falta de comunidades de práctica o colaboración entre los docentes de educación ByM.

A nivel mundial, también se viene utilizando la robótica como eje de formación en competencias tecnológicas de Industria 4.0, como es el caso de Friebroon-Yesharim & Ben-Ari (2018), quienes proponen esta formación aprovechando la motivación que genera en los estudiantes el trabajo con objetos tangibles como los robots. Estos autores plantearon un curso de robótica para 118 estudiantes con edades entre 7-8 años usando un kit de robótica y una herramienta gráfica de software.

4. Estrategia de transformación

El ecosistema actual de los escenarios de enseñanza evidencia un panorama crítico, caracterizado por la diferencia entre las competencias definidas en los currículos de las instituciones, la formación rígida, fragmentada y orientada a corto plazo (Said, 2015), y los desafíos que los estudiantes deben asumir para el mundo competitivo, interconectado y globalizado (Schmidt, 2010). En este contexto se deben promover

modelos de enseñanza y aprendizaje continuos y flexibles, en los que se estimule el desarrollo de competencias que respondan a las necesidades reales. A partir de esto, el desarrollo de iniciativas que partan desde el diseño curricular, e involucren formación de actores, cobran gran relevancia en el proceso de desarrollo de nuevos modelos para mejorar las condiciones de enseñanza desde los niveles ByM.

La transformación de los procesos de formación en las instituciones educativas puede ser abordada, como lo propone Cortés (2016) desde lo macro a lo micro (cuando los cambios son orientados desde entes del gobierno como Secretarías de Educación o Ministerio de Educación -MEN) o de lo micro a lo macro (donde se consideran las experiencias llevadas a cabo por los docentes/directivos y las condiciones de cada institución, para ser extrapoladas a contextos más amplios), lo cual supone, según la UNESCO (López, Lugo & Toranzos, 2014), identificar el alcance de cada institución para tomar decisiones y realizar planes de acción. Es desde este último abordaje que se ha definido la propuesta que se presenta aquí.

En este apartado se describe la estrategia de transformación propuesta que favorece el papel protagónico de la formación en informática a partir de la educación inicial, centrada en el desarrollo del PCC. Esta estrategia se estructura en dos componentes: Propuesta de diseño didáctico-curricular y Desarrollo del Ecosistema de Formación.

4.1. Propuesta de diseño didáctico-curricular

Los procesos de diseño curricular parten de marcos conceptuales y políticas pedagógicas de referencia, orientados hacia la mejora del aprendizaje de los estudiantes. Dado que todos los contenidos no pueden ser tratados de la misma manera, ni con el mismo rigor, abordaje, ni profundidad, depende en gran medida de las mediaciones pedagógicas de los profesores, de los conocimientos que se quiera impartir, de las formas de gestionar el aprendizaje, de los recursos disponibles, y de la autonomía escolar. En este sentido es importante determinar dos ejes integradores del proceso: lo curricular y lo didáctico.

Diseño Curricular

Bajo el eje de Diseño Curricular se encierra un conjunto de elementos referidos a planes de estudio, programas y cualquier instrumentación didáctica del proceso de formación o proceso de enseñanza-aprendizaje (Álava *et al.*, 2019). En la presente propuesta, este último elemento se aborda en el eje de Diseño Didáctico.

Para el área de formación en informática, de acuerdo a la SEI (2017), en el Diseño Curricular es necesario considerar las competencias en ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés para *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), alineado con las necesidades que requiere la Industria 4.0 (alto nivel de cualificación en áreas tecnológicas clave). Además, considerar las competencias transversales asociadas con: alta capacidad de adaptación, flexibilidad y aprendizaje continuo y perfiles multidisciplinares. En este sentido, las competencias genéricas que permean toda la estructura para este diseño curricular se orientan hacia el PCC, con dos ejes articuladores: la programación y la robótica.

Como parte de este componente, en la investigación realizada soportada en la literatura analizada, se define la estructura para el diseño curricular que se presenta en la Tabla 1, en términos de *tipo de habilidad* y *categoría de competencia* a desarrollar desde las áreas del plan de estudio. En la Tabla 2 se presenta la alineación de las categorías de competencia propuestas, con su correspondiente categoría en la Guía 30 del MEN, como estándar de referencia nacional, y con el Framework curricular de Massachusetts DLCS (*Digital Literacy and Computer Science*) como estándar de referencia internacional.

Habilidad		Categoría de Competencia
Tipo	Descripción	
General o mediacional	Agrupa habilidades de comprensión general que faciliten una actitud positiva y motivación para abordar soluciones.	1. Apropiación de las TIC Conocimiento, comprensión y uso de dispositivos de cómputo y contenidos digitales (software, documentos digitales).
Cognitiva	Conjunto de operaciones mentales (atención, percepción, memoria, resolución de problemas, etc.) que permiten que el estudiante integre la información adquirida a través de los sentidos, en una estructura de conocimiento con sentido.	2. Pensamiento computacional Permite desarrollar una solución genérica a un problema, a partir de su descomposición, identificación de variables relevantes y patrones, y la derivación de un procedimiento de solución (algoritmo).
Práctica	Habilidad para la ejecución práctica o desempeño, que implica destrezas motoras y habilidades prácticas o de ejecución. El saber se concretiza en una práctica estratégica.	3. Codificación Integra las habilidades prácticas para escribir y diseñar programas software como aplicaciones de cómputo funcionales
Tecnológico-Práctica	Además de la habilidad práctica base, vincula conocimientos específicos de ejecución y uso de tecnologías	4. Construcción Diseño, desarrollo y puesta en marcha de un producto tangible, que involucre la conexión codificación-hardware.

Tabla 1 – Estructura propuesta para el diseño curricular

Tipo de Habilidad	Categoría de Competencia	Alineación con Estándar	
		Guía 30	DLCS
General o mediacional	1. Apropiación de las TIC	<ul style="list-style-type: none"> • Naturaleza y evolución de la tecnología • Apropiación y uso de tecnología 	<i>Computing and Society</i> <i>Digital Tools and Collaboration</i>
Cognitiva	2. Pensamiento computacional	<ul style="list-style-type: none"> • Solución de problemas con tecnología 	<i>Computational Thinking</i>
Práctica	3. Codificación	<ul style="list-style-type: none"> • Solución de problemas con tecnología 	<i>Computational Thinking</i>
Tecnológico-Práctica	4. Construcción	<ul style="list-style-type: none"> . Tecnología y sociedad 	<i>Computing Systems</i>

Tabla 2 – Estructura de diseño curricular alineado con estándar internacional

Diseño Didáctico

El diseño didáctico está orientado hacia la generación de procesos innovadores de especificación didáctica, en términos de estrategias, actividades, herramientas y recursos de apoyo, que permita poner en marcha el diseño curricular. Para tal fin, el docente debe definir acciones que le permitan guiar a los estudiantes; facilitarles el uso de los recursos y las herramientas que necesitan para explorar y elaborar nuevos conocimientos y destrezas; actuar como orientador y mediador, pero, principalmente, como gestor de los recursos de aprendizaje que fortalezca el papel activo de los estudiantes en el desarrollo de los contenidos (Armengol Casas, 2005).

En la Tabla 3 se presenta un primer abordaje para la especificación de actividades en el marco de estrategias de enseñanza, como propuesta de la estructura de diseño didáctico, que incluye los elementos que proponemos deben considerarse para el diseño didáctico de actividades para el área de tecnología-informática.

Especificación didáctica		
Nombre Actividad:		
Nivel/Grado:	Autor:	Fecha:
Estrategia:		
Categoría	Unidad:	Temática:
1. Descripción General de Actividad:		
2. Objetivos de Aprendizaje: 2.1) competencias específicas; 2.2) competencias generales		
3. Organización y gestión del equipo: 3.1) tamaño del grupo para la actividad propuesta; 3.2) Organización y gestión del grupo: indicar roles en cada equipo y responsabilidades; 3.3) Número de grupos aproximados del tamaño ya indicado.		
4. Recursos: 4.1) Presupuesto; 4.2) materiales (reusables, Consumibles); 4.3) Personal; 4.4) espacios (de diseño, construcción, almacenamiento, operación); 4.5) Software de apoyo		
5. Información para estudiantes: 5.1) Contexto/Antecedentes; 5.2) descripción de la situación problemática; 5.3) desarrollo del ejercicio (pasos de la actividad).		
6. Información adicional: 6.1) Preguntas de reflexión y discusión con los estudiantes; 6.2) alternativas para el ejercicio; 6.3) lecturas y recursos suplementarios.		
7. Bibliografía de referencia		

Tabla 3 – Estructura para la especificación didáctica

4.2. Desarrollo del Ecosistema de Formación

Al hablar de ‘ecosistema’, por la naturaleza del término, se hace referencia a una comunidad de seres o individuos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente. Con este fundamento, un ‘ecosistema de formación’ define la promoción de redes de colaboración entre estudiantes, profesores y profesionales para el desarrollo de aprendizajes en un contexto específico (presencial y virtual) atendiendo a algunas condiciones iniciales

(Álvarez & Rodríguez, 2015). En este sentido, integra componentes físicos y humanos, relaciones e interacciones entre ellos (de poder, liderazgo, creatividad, emprendimiento) y un contexto.

Entre algunas propuestas de ecosistemas de formación, se puede resaltar el ecosistema de aprendizaje de Guel & Chang (2008), y el EcosisteMap como modelo para aprender a emprender (Álvarez & Rodríguez, 2015), los cuales incorporan en un ecosistema diseño de aprendizaje, recursos humanos, formación para el desarrollo de competencias, sistema de comunicación y diferentes aplicaciones.

Dadas las posibilidades que ofrecen los nuevos escenarios educativos, las instituciones que quieran asegurar su actualidad y continuidad deben desarrollar y hacer parte de comunidades y sistemas de formación permanente, donde se propenda por el desarrollo de habilidades clave como: creatividad, emprendimiento, trabajo en equipo, responsabilidad social, pensamiento crítico y creativo y aprendizaje para toda la vida, que permitan el desarrollo de competencias en el área. Autores como Álvarez & Rodríguez (2019) reconocen las limitaciones y complejidades que conllevan este tipo de intervenciones, porque la enseñanza, el aprendizaje y el currículo ya no son patrimonio de ninguna institución en concreto. Sin embargo, proponer y adoptar iniciativas con una perspectiva sistémica permite que participen de manera organizada los agentes involucrados en la formación en informática en los niveles de ByM.

En este sentido, se propone un marco de trabajo que busca facilitar el desarrollo de un *Ecosistema de Formación* en las instituciones de educación básica y media que estén incursionando en procesos de renovación curricular de la línea de formación en informática, buscando estructurar sus líneas de formación hacia las necesidades actuales del medio y las demandas de la Industria 4.0. Estas demandas deben rescatar aspectos que incorporan la nueva forma de trabajar en esta era, relacionados con la comunicación, la formación, la creación de plataformas en entornos colaborativos, la financiación en innovación y en I+D, y la ciberseguridad, entre otros.

Unidades del Ecosistema

Las unidades del ecosistema se presentan en la Figura 1, y se describen a continuación:



Figura 1 – Unidades del ecosistema de formación

- Infraestructura y Talento Humano, que comprende tres aspectos:
 - Definición e implementación de espacios, como laboratorios, aulas dedicadas y espacios de aprendizaje (presenciales y virtuales).
 - Configuración de aspectos de conectividad y plataformas de soporte.
 - Especificación del talento humano de soporte: profesores, tutores, monitores, directivos, staff de gobierno, entre otros.
- Soporte, que involucra la definición de acciones para lograr la sostenibilidad, continuidad y mejora continua de las iniciativas de intervención en las instituciones, priorizando:
 - Estructuración de una red de trabajo con los agentes del ecosistema.
 - Medición de indicadores de avance en intervención (estrategia propuesta).
 - Desarrollo de espacios de co-working para actividades de enseñanza, colaboración, intercambios, o implementaciones, entre otros.
 - Desarrollo de estrategias de motivación (como concursos, premios, juegos, eventos, competencias entre instituciones).
- Adopción y Uso:
 - Especificación y adopción de contenidos.
 - Montaje y adopción de aplicaciones de cómputo y plataformas de soporte.
 - Implementación del programa de formación y de acciones de sensibilización/concienciación entre los actores de cada institución.

Agentes del Ecosistema

Los agentes del ecosistema son todos aquellos actores que intervienen en el Ecosistema de Formación. Estos se visualizan en la Figura 2 y son:

- Organizaciones: Instituciones educativas, con el apoyo de empresas y grupos de interés académico (aliados estratégicos, clusters, autoridades del orden local, regional y nacional), cuyas responsabilidades se fundamentan en sustentar el compromiso para la ejecución de las intervenciones, y el aseguramiento del soporte y recursos básicos para su correcta implementación.
- Comunidades: Proporcionan recursos de apoyo, como el acceso a redes de mentores, inversionistas, proveedores y clientes.
- Promotor: Foco del ecosistema que tiene como meta liderar y visionar planes estratégicos para la implementación de la estrategia y la generación de los productos de cada intervención (de diseño curricular, tecnológicos, puestos de trabajo y otros beneficios económicos para los actores involucrados).



Figura 2 – Agentes del Ecosistema de Formación

5. Evaluación

El proceso de implementación de la estrategia propuesta es el resultado de un proyecto de investigación entre la Universidad de Medellín y un colegio privado de la ciudad de Medellín. A continuación, se resumen las actividades de evaluación.

A partir de la revisión de referentes, se construyó una propuesta preliminar de contenidos (diseño curricular) para la asignatura de informática desde pre-escolar hasta grado undécimo. Esta propuesta fue presentada en una sesión de expertos, donde participaron aproximadamente 35 profesores y coordinadores de informática de colegios públicos y privados de la ciudad de Medellín. Con el uso de herramientas de co-creación, se trabajó en equipos sobre los contenidos presentados por grados con la posibilidad de ajustarlos, cambiar el orden, proponer otros nuevos, entre otros. Como resultado de esta actividad, se generó una nueva versión del diseño curricular, basada no sólo en referentes, sino en la experiencia y el conocimiento del contexto de los participantes.

Se diseñaron y aplicaron talleres, producto del diseño didáctico, para grupos focales en tres grados, así: (i) *Transición*, a tres grupos de 18 niñas (4-5 años), con el fin de promover el seguimiento de instrucciones en un proceso mediante una actividad lúdica; (ii) *Cuarto*, a tres grupos de 30 estudiantes (10-11 años) con el propósito de definir algoritmos en seudocódigo a través de un lenguaje de alto nivel; y (iii) *Octavo*, a tres grupos de 30 estudiantes (12-14 años) con el fin de implementar algoritmos de complejidad creciente para resolver problemas concretos de ordenamiento.

En el caso de los estudiantes de octavo grado, al finalizar los talleres diligenciaron una encuesta orientada a conocer su percepción sobre el taller y el aprendizaje logrado. En cuanto a ítems como la calidad del material usado, el 100% de los participantes la califican como Muy buena (máxima calificación), el 83% califican la coordinación de la actividad por parte del profesor como Muy Buena y el 75% como Excelente. Frente a la pregunta, ¿cuál es la estrategia a seguir para ganar?, algunas de las respuestas fueron: “aplicar lógica para el seguimiento de instrucciones”, “atención y coordinación en el planteamiento de la solución”. Ahora, frente la pregunta ¿cuáles son los principales conceptos aprendidos? algunas respuestas fueron: “seguimiento de instrucciones”, “programación y algoritmos” y “aprendimos sobre la manera en cómo se programan algunos robots”.

Finalmente, como última actividad de esta etapa, se realizó un evento de cierre del proyecto, con 41 docentes y coordinadores de informática de colegios de la ciudad de Medellín. Este evento se realizó con el propósito de compartir la versión mejorada del diseño curricular, describir algunos ejemplos de la especificación didáctica, sintetizar los resultados de los talleres piloto y dar el primer paso en la conformación del ecosistema de formación con los actores involucrados.

6. Conclusiones

Es necesario resaltar que las demandas actuales de la educación básica y media en cuanto a la renovación e innovación curricular que se está gestando a nivel mundial, no solo incluye la introducción de la informática como área clave y estratégica para el desarrollo del pensamiento creativo y computacional, sino que estimula un cambio organizativo y

metodológico alrededor del proceso de enseñanza-aprendizaje y su articulación en las instituciones. La búsqueda de soluciones que respondan a este cambio depende de las políticas educativas, de la gestión de cada institución y del nivel de intervención que logren los docentes en los procesos de transformación curricular.

La formación en informática de manera incremental y transversal en todo el currículo de los niveles básico y medio, prioriza el aprendizaje desde lo práctico y aplicado, apoyado con metodologías de enseñanza como las basadas en problemas y en proyectos que aborda la solución de retos/problems. Los estudiantes logran soluciones a partir del conocimiento disciplinar, poniendo en práctica el trabajo colaborativo, el pensamiento creativo y crítico, y la aplicación de nuevas tecnologías, en particular, la programación y robótica.

A lo largo del proyecto de investigación del que se deriva la estrategia propuesta, se evidencia la importancia de evaluar constantemente los resultados intermedios con los actores involucrados. Gracias a este principio, fue posible refinar el diseño curricular propuesto y probar algunos de los talleres resultantes de la especificación didáctica con grupos de estudiantes de formación básica y media. Adicionalmente, la divulgación constante de resultados a profesores y coordinadores de informática de las instituciones educativas constituyó el primer paso para la conformación del ecosistema de formación en la ciudad de Medellín a nivel de educación básica y media.

Referencias

- Álava, Á. F. B., Villamar, J. D. C., Vallejo, J. L. G., Cedeño, G. A. C., Robalino, A. P. G., & Moncayo, R. P. (2019). *El diseño curricular y la didáctica, ejes fundamentales en la educación superior contemporánea* (Vol. 45). 3Ciencias.
- Álvarez Arregui, E., & Rodríguez Martín, A. (2015). Inspirando el cambio en educación: Ecosistemas de formación para aprender a emprender. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 41(Especial), 9-29.
- Anderson, L.W., & Krathwohl, D. (Eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Armengol Casas, M. (2005). Nueva universidad ante la sociedad del conocimiento. *Universities and Knowledge Society Journal*, 2(2), 1.
- Avendaño Porras, V. (2015). *Implementación y uso escolar de las tecnologías de la información y la comunicación: en la Meseta Comitéca Tojolabal del estado de Chiapas*. Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa.
- Barrera, R., & Montaño, R. (2015). Desarrollo del pensamiento computacional con Scratch. In J. Sánchez (Presidente), *Nuevas ideas en informática educativa. Simposio en XX Congreso Internal. de Informática Educativa*. Santiago, Chile.
- Basogain, X., Olabe, M. Á., & Olabe, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *Rev. de Educación a Distancia*, 46(Septiembre). <http://revistas.um.es/red/article/view/240011/182851>

- Buxarrais Estrada, M.R., & Ovide, E. (2011). El impacto de las nuevas tecnologías en la educación en valores del siglo XXI. *Sinéctica*, (37), 1-14.
- Cortés Rincón, A. (2016). *Prácticas innovadoras de integración educativa de TIC que posibilitan el desarrollo profesional docente: un estudio en instituciones de niveles básica y media de la ciudad de Bogotá (Col)* (Tesis Doctorado). Universitat Autònoma de Barcelona. <http://ddd.uab.cat/record/175877>
- CSTA & ISTE (2011). Operational definition of computational thinking for K–12 education. <https://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>
- Friebroon-Yesharim, M., & Ben-Ari, M. (2018). Teaching Computer Science Concepts through Robotics to Elementary School Children. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2(3).
- Galindo Suárez, M. (2016). *Efectos del Proceso de Aprender a Programar con "Scratch" en el Aprendizaje Significativo de las Matemáticas en los Estudiantes de Grado Quinto de Educación Básica Primaria*. Repositorio Institucional del Tecnológico de Monterrey. <https://repositorio.itesm.mx/or tec/handle/11285/619592>
- Goldie, J.G.S. (2016). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age?. *Medical teacher*, 38(10), 1064-1069.
- Guetl, C., & Chang, V. (2008). Ecosystem-based theoretical models for learning in environments of the 21st century. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 7, 1-11.
- Hazzan, O., Gal-Ezer, J., & Blum, L. (2008). A model for high school computer science education: The four key elements that make it!. In *Proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on Computer science education* (pp. 281-285).
- Henao, M.A. (2011). El proyecto pedagógico integrador: Una experiencia en el proceso de articulación con el programa técnico profesional en sistemas. *Cuaderno Activa*, 1, 59-70.
- Infante, R. C. H., & Miranda, M. E. I. (2017). Aproximación al proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador. *Revista UNIANDES Episteme*, 4(3), 365-375.
- Jara, I., Hepp, P., Rodríguez, J., & Claro, M. (2019). Políticas y prácticas para la enseñanza de las Ciencias de la Computación en América Latina. https://www.costadigital.cl/robotica/wp-content/uploads/2019/09/ComputerScienceLatinAmerica_ESP.pdf
- López, N., Lugo, M. T., & Toranzos, L. (2014). *Informe sobre tendencias sociales y educativas en América Latina, 2014: políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000230080?posInSet=20&queryId=975df04-c392-4ef4-a950-9bd80146fe00>
- Matsuda, T. (2010). Instructional materials for “information study” teachers’ professional development. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3307-3312). VA, USA.

- Moreno-León, J., Robles, G., & Román-González, M. (2015). Dr. Scratch: análisis automático de proyectos Scratch para evaluar y fomentar el Pensamiento Computacional. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 46. http://www.um.es/ead/red/46/moreno_robles.pdf
- Morrás Aranoa, H. (2014). Iniciación a la programación informática en Educación Primaria con Scratch. Academia-e. <http://academica-e.unavarra.es/handle/2454/14363>
- Núñez Pérez, J. C., González García, J. A., García Rodríguez, M. S., González-Pumariega Solís, S., Roces Montero, C., Álvarez Pérez, L., & González Torres, M. D. C. (1998). Estrategias de aprendizaje, autoconcepto y rendimiento académico. *Psicothema*, 10 (1), 97-109.
- OCDE (2013). Panorama de la educación 2013: Indicadores de la OCDE. <http://www.oecd.org/education/Panorama%20de%20la%20educacion%202013.pdf>
- OME -Ontario Ministry of Education (2008). The Ontario Curriculum Grades 10 to 12: Computer Studies. http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/computer10to12_2008.pdf
- Riesco Albizu, M., Díaz Fondón, M. Á., Álvarez Gutiérrez, D., López Pérez, B., Cernuda del Río, A., Fuente, J., & Adolfo, A. (2014). Informática: materia esencial en la educación obligatoria del siglo XXI. *ReVisión*, 7(3).
- Rodríguez, M.A. (2017). Desarrollo del pensamiento computacional en educación primaria: una experiencia educativa con Scratch. *Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 45-64.
- Said, E. (2015) (Ed.). *Hacia el fomento de las TIC en el sector educativo en Colombia*. Editorial Universidad del Norte.
- Sánchez, A. (2006). Evaluación objetiva de competências: Miscelánea Comillas. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 64(124), 321-345.
- Schmidt, J. (2010). *Peer 2 Peer University 2010*. <http://vimeo.com/11158136>
- SEI - Secretaría de Estrategias Industriales (2017). La Digitalización y la Industria 4.0. Impacto industrial y laboral. <https://industria.ccoo.es/4290fc51a3697f785ba14fce86528e10000060.pdf>
- UK (2013). National curriculum in England: computing programmes of study. <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
- Vargas, J., Guapacho, J. & Isaza, L. (2017). Robótica móvil: una estrategia innovadora en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 52, 100-118.
- Vega-Moreno, D., Cufí Solé, X., Rueda, M. J., & Llinás, D. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 6, 162-175.

- Velásquez, J.C. (2017). Ambientes de aprendizaje para el desarrollo de la creatividad. En R. López (Ed.). *Estrategias de enseñanza creativa: investigaciones sobre la creatividad en el aula* (pp.11-30). Universidad de la Salle.
- Yadav, A., Gretter, S., Hambrusch, S., & Sands, P. (2016). Expanding computer science education in schools: understanding teacher experiences and challenges. *Computer Science Education*, 26(4), 235-254.
- Zambrano, A. (2005). *Didáctica, pedagogía y saber*. Cooperativa Editorial Magisterio.