



Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad de aprendizaje precolegial a remoto

Dr. Ortiz Fernández, Jorge¹

Universidad Ana G. Méndez en Puerto Rico

jortiz610@uagm.edu

<https://orcid.org/0000-0002-2533-319X>

Dr. Torres Colón, Jorge²

Universidad Ana G. Méndez en Puerto Rico

jtorres168@uagm.edu

<https://orcid.org/0000-0002-1784-5013>

Dra. Rodríguez Bonano, Nydia³

Universidad Ana G. Méndez en Puerto Rico

nrodrigu@uagm.edu

<https://orcid.org/0000-0002-9625-0543>

Fecha de recepción: 27/10/2021

Fecha de publicación: 20/12/2021

RESUMEN

El objetivo de este artículo fue indagar sobre el impacto de un componente multidisciplinario en el apresto cognitivo a remoto de una muestra de precolegiales en STEM. La Comunidad de Aprendizaje Precolegial a Remoto (Modelo CAPRe). Se operacionalizó este modelo emergente usando unos campos cognitivos que convergen con las competencias de razonamiento cuantitativo, científico y pensamiento crítico. Uno de sus resultados refleja que la ganancia en la operacionalización de CAPRe en su forma holística

1 Profesor (Ciencia y Tecnología) en Universidad Ana G Méndez: San Juan, San Juan, Puerto Rico.

2 Catedrático Auxiliar (Ciencias y Tecnologías) en Universidad Ana G Méndez en Carolina: Carolina, Puerto Rico.

3 Professor in Microbiology (Science and Technology) en Universidad Ana G Méndez en Carolina: Carolina, Puerto Rico.



Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

*Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad
de aprendizaje precolegial a remoto*

fue de 26.57%. Esta acción cognitiva representó un 50% del desempeño de los precolegiales en las prepruebas y a su vez demuestra un desempeño de un 33% en la posprueba. A pesar de que el proceso educativo fue llevado a cabo de forma remota, el mismo cumplió con rigurosidad curricular. Los estudiantes se adaptaron y generaron sus propios ambientes de aprendizaje acorde con sus vivencias tecnológicas actuales. La investigación se basa en la resiliencia de los procesos educativos en STEM.

Palabras claves: Comunidad de aprendizaje, apresto cognitivo, aprendizaje virtual, multidisciplinariedad

Impacting the cognitive readiness throughout a disciplinary STEM component in a precollege remote learning community

ABSTRACT

The objective of this article was to investigate the impact of a multidisciplinary component on remote cognitive readiness of a sample of STEM pre-school students. The Remote Precollegiate Learning Community (CAPRe Model) was operationalized emergent using cognitive fields that converge with the competencies of quantitative, scientific and critical thinking. One of its results reflects that the gain in the operationalization of CAPRe in its holistic form was 26.57%. This cognitive action represented 50% of the pre-school performance in the pre-tests and in turn shows a performance of 33% in the post-test. Despite the fact that the educational process carried out remotely complied with curricular rigor, the students adapted and generated their own learning environments in accordance with their current technological experiences. The research is based on the resilience of STEM educational processes.

Keywords: Learning community, cognitive readiness, virtual learning, multidisciplinary



Introducción

La revisión de los paradigmas se ha convertido en un asunto internacional en el campo educativo, esto sin soslayar los supuestos fundamentales relacionados con la sociedad y su cultura. Los paradigmas educativos y científicos son pilares que están en constante cambio. Nos ocupa dar una visión sobre estos ya que impactan el proceso educativo, en particular en áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). La educación debe ser analizada en el contexto de las problemáticas que afectan a su comunidad estudiantil. Un aspecto que merece ser destacado es la educación virtual, según Medina (2019) esta “radica en que la interacción con las herramientas digitales produce una nueva “pedagogía informática” que se estructura en la utilización de nuevas aplicaciones que permiten, en algunos casos, un autoaprendizaje” (p. 216). El autor plantea que, en la enseñanza presencial, muchos de los procesos de autoaprendizaje no se pueden desarrollar por completo. Sin embargo, aunque tiene sus virtudes, la educación virtual tiene sus problemas. Uno de los problemas que reseña Medina (2019), es el hecho de la disponibilidad de herramientas en la web que fungen como distractores y puede afectar el manejo adecuado de la información. No obstante, cuando el proceso de aprendizaje virtual está bien coordinado por el docente, no se muestra un impacto negativo por el uso masivo de las aplicaciones.

Desde esta perspectiva de la educación virtual, nos ubicamos en el desarrollo de procesos de apresto cognitivo en comunidades de aprendizaje multidisciplinarias, a partir del avance tecnológico el cual es paralelo al avance de los nuevos paradigmas educativos. Se trata de propiciar un desarrollo cognitivo multidisciplinario mientras va siendo puesto en práctica la innovación tecnológica. Ambas variantes se consideran para maximizar todos los espacios de aprendizaje, ya sean presenciales o *a remoto*.

En la educación mediada por los espacios de aprendizaje *a remoto* para esta investigación se gestaron iniciativas contextualizadas en STEM. Las diversas actividades diseñadas para esta comunidad se enmarcaron con elementos que propiciaron el razonamiento cuantitativo, científico y el pensamiento crítico, competencias importantes a desarrollar en las áreas de STEM. Por consiguiente, es necesario responder a la pregunta: ¿Por qué es imperativo potenciar a los estudiantes para lograr que se interesen en formarse en áreas de STEM? Una respuesta a este interrogante la plantea en España, Randstad Research en STEMadrid (2018), quien indica “que para el 2022 podrían generarse 390,000 puestos en STEM, con



Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

*Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad
de aprendizaje precolegial a remoto*

mejores salarios, y otros 168,000 puestos indirecto. Estas necesidades contrastan con la tendencia a la baja de titulados STEM en nuestro país” (p. 4).

Una segunda pregunta que surge es: ¿cuál es la disciplina base que permite el desarrollo de las competencias de razonamiento cuantitativo, científico y pensamiento crítico? Se reconoce que la disciplina base que ayuda al proceso cognitivo a desarrollar las competencias es la matemática. Sin embargo, es una de las disciplinas que presenta mayor dificultad en los estudiantes para el éxito en carreras de STEM. Inclusive, muchos estudiantes descartan la opción de moverse a carreras STEM por su apatía a la matemática, y esto debido a que la ansiedad por la disciplina es un factor que afecta el rendimiento (Süren et al., 2020). Por esta razón, hay que integrar el desarrollo de las competencias en todo el quehacer STEM.

A estas dos preguntas y sus respectivas contestaciones, se añade una problemática más, la cual se relaciona con la falta de contextualización en la enseñanza STEM y la carencia de dominio de las competencias que la conducen. Es conveniente aclarar que el desarrollo de competencias nos mueve a describir los roles dentro del proceso de aprendizaje. Perrenoud (2001) plantea que las competencias no son enemigas del conocimiento, se basan en él, pero son más que simple conocimiento. Este concepto enfatiza la movilización de múltiples recursos cognitivos.

Además, las competencias son una combinación de conocimientos, destrezas y actitudes adecuadas para afrontar una determinada situación. Para Marco (2008),

“la competencia es la capacidad final que tiene un sujeto no sólo de hacer uso de todas las capacidades y recursos disponibles en su entorno, incluidas sus propias capacidades, las adquiridas y las innatas, sino la *capacidad de hacer sinergia* de todas ellas para abordar situaciones-problema; por eso la competencia se mide en la acción concreta” (p. 19).

De igual forma, es importante señalar que muchos de los estudiantes que ingresan a las carreras de STEM en la institución donde se realizó este proyecto, muestran un bajo dominio en las competencias cuantitativas y científicas. Por ejemplo, en el área de matemáticas, la muestra precolegial atendida en este proyecto, evidenció una puntuación de 509 de una totalidad de 800 puntos que contiene la prueba estandarizada del *College Entrance Examination Board*. Es importante señalar, que al momento de este estudio no



contamos con resultados de pruebas estandarizadas en otras áreas de STEM debido a que no hubo el espacio para su acceso por la situación salubrista global que se vive.

A pesar del problema de salubridad que paralizó la educación superior, era imperativo atender a esta población precolegial de forma emergente porque estaban próximos a realizar su ingreso a diversas instituciones de educación superior. Todo lo anterior representó un reto ya que se trabajaron ajustes al proceso presencial para cumplir con las ordenes de confinamiento del país. El campus físico se transformó en uno campus virtual. Esto es, un campus donde los componentes interactúan, facilitando la percepción de la totalidad educativa al espacio virtual que es un campus dentro de una comunidad de aprendizaje precolegial *a remoto*.

Con base en las consideraciones anteriores, es importante destacar lo que para esta investigación se define como apresto cognitivo. Para Gellagly (1997), citado en Margery (2019), “la cognición se refiere a las actividades del conocer: buscar conexiones entre partes de una materia(relacionar), distinguir lo secundario y lo principal (seleccionar), pensar ejemplos (concretar) y buscar aplicaciones (aplicar)” (p. 133-134). Es importante destacar que los procesos de preparación sobre los cuales los componentes multidisciplinarios diseñan sus actividades tienen como función en la comunidad precolegial para crear cohesión y coherencia de los conceptos. De tal forma que la comunidad de aprendizaje pueda relacionar, seleccionar, concretar y aplicar el conocimiento contextualizado para el desarrollo de las competencias de razonamiento cuantitativo, científico y pensamiento crítico mostrando cohesión y coherencia al momento de ejecutarlo. Este quehacer cognitivo dentro de la comunidad precolegial es lo que en esta investigación denominamos apresto cognitivo.

De esta manera, se presentan en este artículo los resultados de una investigación que se guió por la siguiente pregunta: ¿Qué impacto tiene un componente multidisciplinario en el apresto cognitivo *a remoto* en una muestra de precolegiales en STEM?

Marco Teórico

El campo educativo se ha visto forzado a transformar paradigmas que se ajustan a la realidad social. En este contexto histórico, el proceso educativo ha tenido que moverse de uno presencial a uno remoto. Al respecto, *Illinois State Board of Education* indica que:



Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

*Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad
de aprendizaje precolegial a remoto*

“el aprendizaje remoto es aprendizaje que ocurre fuera del salón de clases tradicional porque el estudiante y el maestro están separados por distancia y/o el tiempo. El aprendizaje remoto puede ser en tiempo real o con flexibilidad de tiempo, y puede o no implicar tecnología” (2020, p. 2).

En esta misma línea, Illinois *State Board of Education* indica que una comunidad escolar puede estar conectada y continuar con su labor incluso si el edificio físico de la escuela está cerrado. El aprendizaje remoto puede enfatizar la interacción y las oportunidades de aprendizaje auténticas y diferenciadas que ayudan a los estudiantes a mantenerse conectados con los maestros y con sus pares. Esta interacción facilita la transición del aprendizaje tradicional al aprendizaje remoto, según esta institución educativa.

Como podemos advertir, existe semejanzas muy marcadas entre aspecto *a remoto* y *a distancia*, una está contenida en la otra. En la educación remota la interacción del profesor con el estudiante, y el estudiante con sus pares es constante. La característica de interacción no tiene la misma intensidad en la educación a distancia. Este aspecto se evidencia en la descripción de Juca (2016) quien manifiesta que la educación a distancia:

“Es una modalidad de aprendizaje flexible, dinámica y adaptativa al medio donde se desarrolla. Es de utilidad práctica, vincula sus programas con necesidades de los estudiantes que se encuentran en un sitio remoto, desarrolla la autoestima, creatividad y enriquece el conocimiento y el aprendizaje.” (p. 107)

En este devenir de aprendizaje *a distancia* o aprendizaje *a remoto*, lo importante es que las modalidades se utilicen según la necesidad del diseño a desarrollar. La finalidad es que los espacios se transformen en campus virtuales, y particularmente en nuestro caso, en una comunidad de aprendizaje *a remoto*.

Siguiendo esta línea, la comunidad de aprendizaje *a remoto* es también llamada comunidad digital, campus móvil, por mencionar algunos. En este contexto de las comunidades de aprendizaje *a remoto*, se destaca que las instituciones se han visto obligadas a pensar en diseños pedagógicos digitales que se implementen de forma rápida y que no violenten los principios académicos. En efecto, Khatri (2018) resumió modelos innovadores STEM de educación superior cuyo propósito fue desarrollar proyectos diferentes, que se ajusten a otros o que los complementen. Además, la autora reconoce el esfuerzo de las instituciones



en los inicios de proyectos innovadores en esta dirección. Bidarian y Davoudi (2011) citado en Del Prete y Cabero (2020) indican que el uso de los ambientes virtuales de aprendizaje se puede llevar a cabo mediante un proceso de enseñanza aprendizaje a través de un sistema de administración del aprendizaje que puede ser en entornos de interacción sincrónico y asincrónico. De igual forma, Pardo y Cobo (2020), reconocen el desarrollado de ambientes de aprendizaje *a remoto* muy innovadores y que reúnen múltiples dimensiones e interacciones entre las partes. En efecto, se ha buscado una rigurosidad académica que cumpla con los currículos de los programas académicos. Sin embargo, para estos autores:

“La primera reacción de algunos docentes es pasar todo el contenido y la experiencia presencial al entorno virtual sin mayor adaptación, como si fuese copiar y pegar. Pero es evidente que el cambio de entorno también es un cambio en las reglas. En la cultura digital, menos, es más. Una buena curación de contenidos puede ser mejor que toda una biblioteca digital. En otras ocasiones, el valor está en conectar lo que se conoce con otras expresiones de saber.” (p. 11).

Los lineamientos de esta investigación son cónsonos con el valor de conectar lo que se conoce con otras expresiones del saber. Al accionar la educación hacia campos virtuales se comparten desafíos y búsquedas, igual, se propicia un caminar juntos de educandos, educadores, currículos y tecnología. Ahora bien, es importante respetar los procesos emergentes que afloran en las rutas hacia ese camino. Con estos antecedentes, nos acercamos a una Comunidad de Aprendizaje Precolegial *a Remoto* (CAPRe).

Contexto de CAPRe

Se reconoce que la implementación de este modelo *a remoto* surge a la luz de la emergencia salubrista mundial relacionada con el COVID-19. Los procesos educativos universitarios se insertaron en la tecnología, por esta razón, CAPRe responde a un programa precolegial *a remoto*. Se maximizaron los procedimientos propios de esta modalidad *a remoto* que se enmarcaron en un tiempo real efectivo y atractivo para los precolegiales. De esta manera, se contextualizó el aprendizaje en la propia crisis de confinamiento y se transformaron los espacios presenciales del campus universitario en campus virtuales. Pardo y Cobo (2020) en uno de sus escritos sobre este tema de la enseñanza remota en la educación superior, indican que “Todo espacio es el campus” (p. 11). Los autores de esta investigación concuerdan con Pardo y Cobo (2020) y toman prestado este título para destacar la



Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad de aprendizaje precolegial a remoto

importancia de los espacios virtuales como campus universitarios. Le añaden a esta frase la palabra virtual para que transite a través del escrito: “Todo espacio virtual es el campus”, esto para efecto de enmarcar virtualidad en el modelo CAPRe que presentamos.

De manera esquemática se diseñó este modelo para operacionalizar (CAPRe) según se muestra en la Figura 2. Con el fin de poner en marcha esta sinergia es necesario descomponer el modelo en un recorrido por sus dimensiones, esta es: 1) Componente multidisciplinario; 2) La naturaleza de los talleres; 3) Comunidad de aprendizaje precolegial y a remoto; y 4) Apresto cognitivo a partir de las competencias.

Primera dimensión: Componente multidisciplinario

Las disciplinas en el campo de STEM deben integrarse. En esta línea, Becker et al. (2011) concuerdan en que las disciplinas STEM deben trabajarse de forma integrada. Estos plantean que los enfoques donde se integran STEM proporcionan un contexto de aprendizaje pertinente e interesante para los estudiantes y a su vez, incrementa su desempeño en las mismas. Por su parte, López et al. (2020) expresan:

“Que aprender ciencias, ingeniería y matemáticas en la escuela implica no solo “recibir” pasivamente los productos construidos por las ciencias, la ingeniería y las matemáticas, sino “hacer” ciencias, ingeniería y matemáticas, es decir, implicarse activamente en las actividades cognitivas, sociales y discursivas propias del ámbito.” (pág. 10).

Maximizar la integración de conocimientos, métodos y técnicas es importante. En este contexto, Caine y Caine (1991) indican que el cerebro se mueve en busca de patrones en diversas direcciones y conexiones o vías comunes; y cada experiencia individual tiene dentro de sí una base de todas las posibilidades que pueden aflorar en las disciplinas. Así pues, los conocimientos se reciben, se construyen, se integran y se implican activamente durante los procesos cognitivos.

Desde esta perspectiva, STEM = **S** ciencia + **T** tecnología + **E** ingeniería + **M** matemática, entonces, deberíamos preguntarnos por qué los programas lo atienden por separado y no en forma holística. Un ejemplo que evidencia lo anterior es el Departamento de Educación de California, para quienes el concepto STEM se puede usar identificando disciplinas individuales, un curso independiente, una secuencia de cursos, actividades que involucren



cualquiera de las cuatro áreas, un curso relacionado con STEM o un programa de estudio interconectado o integrado (English, 2015, 2016). Sin embargo, indica este autor que se hacen esfuerzos para trabajar STEM como una educación integrada, pero no son suficientes. En este contexto, Li (2014), citado en English (2016), enfatiza en la necesidad de que los investigadores “abarquen límites disciplinarios”. El cruce de límites o fronteras es una característica de las perspectivas de la integración en STEM. En esta investigación los límites o fronteras están sujetos a la metodología y al contexto de la situación, elementos que son la génesis de un componente multidisciplinario en este estudio.

Ahora bien, ¿por qué le llamamos componente multidisciplinario? Esta pregunta responde a la integración de los saberes que se entrelazan en las disciplinas. Hay diversas gradaciones de profundidad como: la multidisciplinariedad, la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad. Según Galvani (2006), ninguno de estos enfoques de integración puede prevalecer sin una base disciplinaria. De esta forma, los componentes definidos para esta investigación responden a un acercamiento multidisciplinario porque giran alrededor de los programas de STEM. Los ejes temáticos dentro de las disciplinas mantienen su propia autonomía, aunque se enmarcan en STEM. Como podemos advertir, cada uno de los componentes multidisciplinarios trabajó el apresto cognitivo desde su campo disciplinario, apuntado a la totalidad de la interacción. Este enfoque representa el nivel básico de integración disciplinaria. En esta línea, Margery (2019) indica que “en la investigación multidisciplinaria, los participantes pertenecen a diversas disciplinas, cada uno es independiente en su trabajo y siente poca o ninguna necesidad de conocer el trabajo de los demás” (p. 81). Es conveniente aclarar que en CAPRe se usaron unos campos cognitivos que convergen con las competencias de razonamiento cuantitativo y científico y pensamiento crítico.

Estos componentes se constituyeron de la siguiente forma: primer componente, Ingeniería y Matemática; segundo componente, Química, Física y Biología; tercer componente, Ciencias Ambientales, Microbiología y Química; y cuarto componente Ciencias Ambientales y Biotecnología, Bioquímica y Toxicología. La aportación en la operacionalización de CAPRe de cada uno de los componentes se describe en la Figura 1.



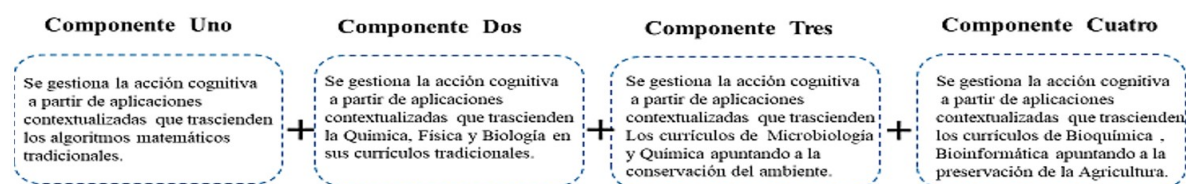
Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad de aprendizaje precolegial a remoto

Figura 1.

¿Cómo aporta cada componente multidisciplinario al apresto cognitivo?

Cada componente intenta construir una realidad STEM a partir del entorno disciplinar. Se construye la acción patiendo de contextos STEM. Es un proceso dinámico donde todas las disciplinas implicadas aportan. Además, la comunidad precolegial gestiona su aprendizaje virtualmente sin descartar ningún aspecto porque retoma conocimiento, lo ajusta y continua con el próximo.



A pesar de ser un conjunto científico, los componentes tienden naturalmente a la autonomía por la delimitación de las fronteras, por eso lo multidisciplinario. Por otra parte, su interacción conduce a un conglomerado de posibles ejecuciones que tendrán un marcado impacto en la cognición del individuo (Sadler (2013) y Stohlmann et al. (2012)). Las miradas multidisciplinarias que se consideraron en los componentes pretendieron atender las necesidades de conocimientos diversos, pero pertinentes a sus áreas de estudio en STEM, esperando cumplir sus expectativas a corto y largo plazo.

Segunda dimensión. La naturaleza de los talleres

El desarrollo de los talleres considerando diversas naturalezas, son capaces de exponer a los precolegiales al apresto cognitivo gestionando el dominio de las competencias de razonamiento cuantitativo y científico y el pensamiento crítico. Los precolegiales deben mostrar capacidad de aplicar información y conocimiento para la toma de decisiones en cualquier campo de STEM. Es inevitable incursionar en todos los ámbitos de diversa naturaleza que destaquen los aspectos transversales dentro de la actividad humana. Estos aspectos responden a las capacidades que los estudiantes necesitan para adaptarse a diferentes situaciones y para seguir aprendiendo. Es un asunto de sinergia, esto corresponde a la convergencia de todas las fuerzas cognitivas para accionar una nueva visión de la educación a la realidad. El conocimiento simultáneo se da en el espacio de la interconexión demarcada por el entorno de naturaleza global.

Este accionar educativo produce un desbordamiento de las disciplinas, los contextos y la condición humana. Algunos de los autores que se alinean con esta postura son Becker y



Park (2011). Por consiguiente, la integración en el aprendizaje en STEM es muy importante para el desarrollo de competencias porque estas requieren ser contextualizadas en diversos escenarios. En esta línea Sami et al. (2020), destacan la importancia de los métodos de integración disciplinaria para el desarrollo de los Bootcamps. Estos añadieron a su programa de dos semanas temas de diversas disciplinas, por ejemplo, algunas actividades se enmarcaron en la agricultura. Activaron el proceso cognitivo mediante temas como los productos alimenticios, la conservación de los bosques y la agricultura urbana. En la Tabla 1 se describe la naturaleza de cada uno de los cuatro componentes descritos.

Tabla 1.

Naturaleza de los componentes

Primer Componente Multidisciplinario Ingeniería Y Matemática	Segundo Componente Multidisciplinario Química, Física y Biología	Tercer Componente Multidisciplinario Ciencia Ambiental, Microbiología y Química	Cuarto Componente Multidisciplinario Ciencia Ambiental y Biotecnología
Ingeniería vs Ambiente	Atracción entre las moléculas en los líquidos	Microbiología del Agua	Horticultura y la Evolución de las Plantas
Geogebra 1 y Geogebra II	Experimento de Hubble Micro bit	Contaminación del Aire Identificando Ácidos y Bases	Compuestos Bioquímicos y su Efectividad
Ascensor Hidráulico Basado en la Teoría de Pascal	Seguridad en el laboratorio	Huella de Carbono	Estrés Oxidativo
Matemática Financiera	Reacciones químicas	Hongo Aéros en casa	Bioinformática
Importancia de la Geometría en la Ingeniería	Energía, calor y temperatura	Cómo crecer bacterias	
La Idea al Diseño	Desinfectantes & Antisépticos Extracción de ADN	Compuestos en Casa	

Un aspecto que no se mencionó dentro de la tabla 1, pero que merece ser destacado fue la intervención de un taller sobre mategobia ofrecido en la primera reunión. La fobia, rechazo, miedo o ansiedad hacia la matemática constituye uno de los obstáculos para su aprendizaje. Para muchos estudiantes es la disciplina más temida (Tobias, 1987) le llama ansiedad-angustia matemática a esta resistencia de aprender las matemáticas. Esta autora añade que la ansiedad que padecen muchos estudiantes frente a cualquier tipo de matemáticas se convierte, en la mayoría de los casos, en un bloqueo y afecta su retención en los primeros años universitarios.



Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad de aprendizaje precolegial a remoto

Por su parte, Sagasti (2019) indica que “la ansiedad matemática es un problema de gran importancia para el futuro aprendizaje, desarrollo y uso de las habilidades matemáticas, y también es importante en sí misma, como causa de gran estrés y angustia para las personas que la padecen” (pág. 11). Además, reseña este autor que el hecho de que a una persona le gusten las matemáticas o las tema, influirá claramente en que siga carreras que requieran conocimientos matemáticos (Süren et al. (2020), Chipman et al. (1992); Brown et al., (2008) citado en Sagasti (2019). De ahí que la discusión de las barreras afectivas hacia el aprendizaje matemático no se quiso pasar por alto en este evento académico, por eso se le dio una atención especial.

Tercera dimensión. Comunidad de aprendizaje precolegial

El sistema educativo se ve obligado a mover los temas de los currículos para hacerlos funcionales a la luz de los nuevos paradigmas emergentes. Ciertamente, se vislumbra un modo diferente de concebir el acto educativo dentro de las comunidades de aprendizaje. Peraza et al. (2020) indican que: “una comunidad de aprendizaje es un concepto amplio que busca solución a problemas educativos donde la interacción y la comunicación son herramientas imprescindibles para alcanzar los objetivos deseados” (p. 38). Siguiendo este contexto de comunidades de aprendizaje, se muestra un programa virtual precolegial mediante un componente multidisciplinario STEM que nos sugiere un proceso de interacción, el cual recoge múltiples miradas en temas relevantes en las disciplinas. Estamos hablando de una complicidad de miradas disciplinarias apuntando hacia la gestión de una comunidad de aprendizaje con una caracterización dirigida a la enseñanza virtual, en nuestro caso, *a remoto*. Se pretende que los precolegiales se integren desarrollando interacciones multidisciplinarias entre sus pares y con sus profesores, inmersos en una comunidad de aprendizaje *a remoto*.

Cuarta dimensión. Apresto Cognitivo a partir de las competencias

El punto de encuentro de las competencias dentro de los componentes se enmarca en la convergencia que se propicia en el apresto cognitivo de las competencias de razonamiento cuantitativo y científico y pensamiento crítico se alinean con las institucionales en esta investigación. Estas se publican en las páginas 8-9 del documento oficial de Educación General de la Universidad Ana G. Méndez que fue la institución donde se realizó la investigación y se definen a continuación: a) Pensamiento Crítico es la capacidad de



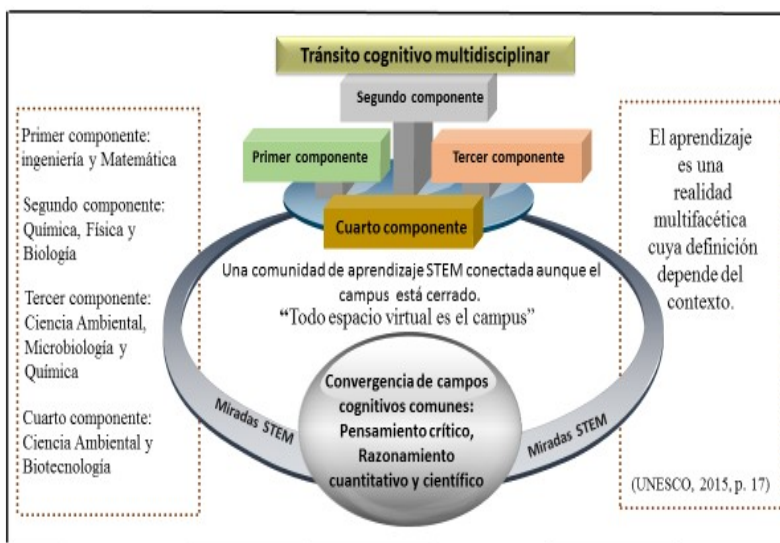
razonar, cuestionar, analizar, categorizar, evaluar, argumentar acerca de asuntos, problemas y situaciones, y asumir puntos de vista y proponer soluciones en diversos contextos; b) Razonamiento Cuantitativo es la capacidad para aplicar el conocimiento básico de las matemáticas al organizar, interpretar, analizar y tomar decisiones sobre situaciones, que involucren datos cuantitativos en el entorno profesional y social; c) Razonamiento Científico es la forma de aplicar el pensamiento inductivo y deductivo y el método científico al estudiar un problema para analizar datos, reconocer patrones o tendencias, hacer inferencias y llegar a conclusiones basadas en evidencia empírica.

Dos aspectos que se destacan en el desarrollo de las competencias son la movilización de los conocimientos y la transferencia de aprendizajes. Se pretende que los precolegiales comiencen a desarrollar perfiles profesionales, para distintas enseñanzas universitarias en términos de competencias a cada área de estudio incluyendo destrezas, conocimientos y contenido STEM.

A manera de resumen, en lo discutido tenemos: 1) componente multidisciplinario; 2) la naturaleza de los talleres; 3) comunidad de aprendizaje precolegial y *a remoto*; y 4) apresto cognitivo a partir de las competencias. Esto nos lleva a mostrar el modelo diseñado por los autores para operacionalizar el apresto cognitivo de los precolegiales. Es importante reseñar que la situación salubrista global nos movió a una resiliencia académica. Compartimos en la figura 2 el producto de los esfuerzos de un equipo de docentes que hicieron de un espacio virtual un campus que llamamos Comunidad de Aprendizaje Precolegial a Remoto.

Figura 2.

Comunidad de Aprendizaje Precolegial a Remoto (CAPRe)





Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

*Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad
de aprendizaje precolegial a remoto*

El demarcar estas miradas multidisciplinarias considerado la gestión inherente en el sistema educativo en STEM, nos mueve a reflexionar sobre cómo puntualizar en su efectividad. Por eso, se propuso la diversidad de opciones en contextos reales como se indica en el pronunciamiento de la UNESCO (2015), “el aprendizaje es una realidad multifacética cuya definición depende del contexto” (p. 17). Se reconoce que el contexto del aprendizaje, en este caso, giró virtualmente en las distintas instancias porque este proceso emerge a la luz de la crisis salubrista global vinculada con la pandemia del COVID-19.

En efecto, los sistemas de acciones propuestos facilitan la activación de los aspectos cognitivos, sociales y culturales atemperados a los movimientos globales. Además, responde a un aprendizaje a remoto que propicia el tránsito cognitivo multidisciplinario en donde el estudiante se identifica simultáneamente con el interior y exterior de los espacios educativos dentro del campus virtual. Esto, sin perder el compromiso con la sociedad que impulsa a los valores, la tolerancia, la participación, la solidaridad y la crítica responsable. Es una aproximación a nuestro entorno educo-social más próximo.

Con base en estos referentes teóricos, se toman decisiones para realizar los planteamientos expuestos que al momento nos condujeron a trabajar una metodología que respondiera al objetivo propuesto que fue: indagar sobre el impacto de un componente multidisciplinario en el apresto al desarrollo cognitivo STEM *a remoto* de una muestra de precolegiales. Esta metodología la describimos a continuación.

Metodología

El abordaje en esta investigación es de enfoque cuantitativo. Aunque es cuantitativo, tiene algunas características cualitativas, pero no suficientes para señalar que es un enfoque combinado (Tomal 2010). Se planificó un diseño básico preexperimental descriptivo-exploratorio, un grupo con múltiples medidas. Varios educadores indican que los diseños preexperimentales sirven como estudios exploratorios [Hernández et al. (2014), Creswell (2014) y Ary et al. (2010)]. Precisamente, en este estudio se persiguió explorar cómo se impactó una comunidad precolegial con diversos talleres de apresto cognitivo en STEM. Por eso, se consideró apropiado este diseño exploratorio. En efecto, un preexperimento abre el camino para realizar otras investigaciones más formales sobre el tema porque en este no



se indagó sobre causa y efecto, solo se examinó un primer acercamiento a la realidad de las competencias STEM en modalidad *a remoto*.

La muestra se constituyó de 20 estudiantes precolegiales con intereses en áreas de STEM. Para el desarrollo de la comunidad de aprendizaje a remoto, se habilitó un espacio como un campus virtual. Los instrumentos consistieron de una batería de pre y pospruebas administrados en cada uno de los talleres en los 4 componentes multidisciplinarios. Estas fueron elaboradas por el equipo multidisciplinario de docentes participantes en CAPRe. Todas las evaluaciones fueron trabajadas de forma electrónica usando la aplicación Microsoft Forms. Además, se usó esta aplicación y el programa Excel, para trabajar las gráficas. Los datos se analizaron usando estadística descriptiva.

Análisis y discusión de los resultados

Para atender el aspecto de la recopilación de los datos, se trabajó con la evaluación formativa, por la cual se identificó el nivel de dominio de las destrezas del estudiante en el momento en que se administraron los instrumentos y manejar los hallazgos a la par con la identificación de las necesidades. En esta investigación se administró una batería de 12 instrumentos, entre pre y posprueba, para evidenciar la transmisión del contenido a través de las actividades de cada uno de los talleres en los componentes multidisciplinarios. Sin embargo, es importante reseñar que el taller de motefobia se analizó de forma diferente, ya que sus datos son de naturaleza cualitativa y afectiva. Las pre y posprueba de este taller incluyeron unas premisas, cuyos resultados fueron analizados de forma general.

Para el caso de la preprueba, en la pregunta: ¿Qué es la ansiedad matemática?, el 42% de los estudiantes perciben que la ansiedad matemática es una **emoción...**, mientras el 52% concurre que es una presión por hacer las cosas bien o mal, y el 6% percibe que no es una **emoción...**. Al contrastar estos resultados con la posprueba se refleja una diferencia de 17% de los estudiantes que reconocen que la ansiedad matemática es una **emoción...**, sin embargo, hay un 11% que reconocen que la ansiedad matemática no es la presión por hacer las cosas bien o mal. Por otro lado, se muestra un 41% de estudiantes que perciben que la ansiedad matemática no es una emoción. Otra de las premisas era: ¿Qué es matefobia?, tanto para la pre y la posprueba, se encontró que el 100% perciben que la matefobia es el miedo a las matemáticas. Por otra parte, las premisas vinculadas con los factores sociales y culturales dentro de este instrumento mostraron que los estudiantes identificaron: el apresto mediante juegos matemáticos, la ayuda de los padres, las deficiencias en la comprensión y la motivación de los maestros durante su proceso de enseñanza.

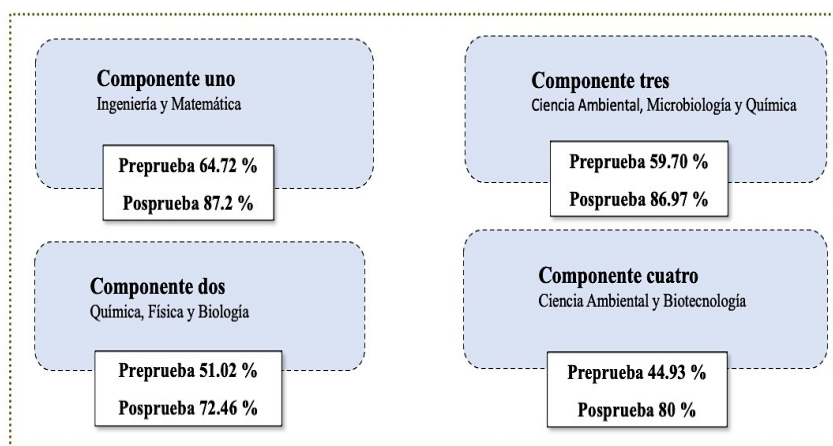


Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

*Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad
de aprendizaje precolegial a remoto*

Según estos resultados, toda la muestra indica conocer lo que significa el miedo a las matemáticas, esto es matefobia. Es importante notar que el conocimiento sobre la ansiedad matemáticas y la motivación hacia las matemáticas, se divide entre la percepción sobre la presión para realizar los asuntos matemáticos y la emoción de hacerlos. Süren et al. (2020) investigaron la relación entre la ansiedad matemática y la motivación hacia las matemáticas y concluyeron que hubo una relación positiva y moderada entre ambas variables. Otro hallazgo que encontraron fue que la ansiedad y la motivación son determinantes para la selección de un nivel académico superior.

Una vez analizada la intervención cualitativa y afectiva del proceso de aprendizaje remoto, procedemos a discutir los resultados de la batería de pre y pospruebas administradas en cada uno de los componentes. Es importante reseñar que los ejes temáticos dentro de los componentes mantuvieron su propia autonomía, aunque se enmarcaron en la educación STEM. Estos propiciaron el movimiento de los recursos cognitivos emergentes adecuados que despertaron el interés por los temas de los precolegiales. Este movimiento cognitivo en cada uno de los componentes se evidenció en el diseño de los instrumentos cuyos resultados se muestran en la Figura 3.

Figura 3.*Retención de contenido en un proceso a remoto de aprendizaje según la batería de las pre y pospruebas administradas en cada componente multidisciplinario*

Los resultados reflejan que el desempeño más alto de los precolegiales participantes fue en el cuarto componente con una diferencia entre la pre y posprueba de 35.02%. Le sigue el tercer componente con una diferencia de 27.27%, mientras la diferencia en el primero y



segundo componente son 22.48% y 21.44%, respectivamente. Lo anterior nos permite apreciar que existe una mayor acción cognitiva en el cuarto componente de Ciencias Ambientales y Biotecnología, donde el contenido de las aplicaciones se contextualizó en los saberes de la bioquímica, bioinformática y la agricultura. Se aprecia, además, que, en el componente de Ciencias Ambientales, Microbiología y Química, se reflejó una menor acción cognitiva comparada con el anterior, pero a su vez esta acción cognitiva fue mayor que la reflejada por los componentes 1 y 2.

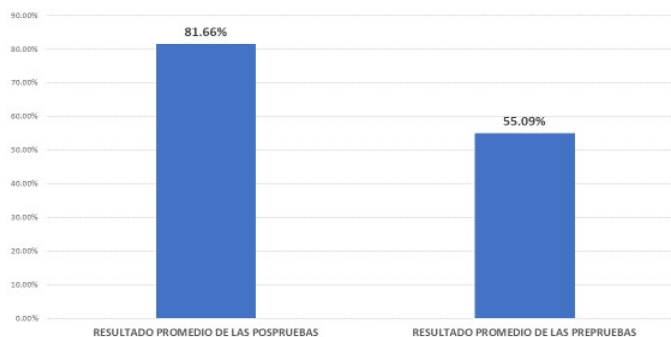
Estos resultados son cónsonos con la postura asumida por English (2016), y Li (2014) quienes enfatizan la necesidad de que las investigaciones abarquen las fronteras disciplinarias como una característica de la integración en STEM en todos los niveles. En efecto, el ministerio de educación de Finlandia implementó un nuevo marco curricular nacional que apostaba al aprendizaje multidisciplinario a través de la experiencia. Esta postura se enfocó en que los estudiantes deben estudiar algunas materias tradicionales de forma holística. De igual forma, apunta a un desplazamiento desde las materias hacia temas que se aborden de manera interdisciplinaria. Siguiendo esta línea, Becker et al. (2011) concluyeron que los estudiantes que estuvieron expuestos a los métodos integradores tienen un mejor desempeño e interés en materias STEM integradas.

Esta activación conformó el apresto cognitivo que respondió a un aprendizaje a remoto cuyo tránsito multidisciplinario se identifica simultáneamente con el interior y exterior de los espacios educativos dentro del campus virtual. CAPRe emergió como resultado de reinventarse para mantener a la comunidad precolegial STEM conectada con un entorno universitario.

El tránsito multidisciplinario reflejado en los cuatro componentes descritos son parte de los resultados que se analizaron de los promedios de las pre y pospruebas. Esto se presenta en la gráfica 1.

Gráfica 1.

Comparación entre promedios de las Prepruebas y Pospruebas del Componente Multidisciplinario.





Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

*Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad
de aprendizaje precolegial a remoto*

Como se aprecia en la gráfica 1, la diferencia entre los promedios de las pre y pospruebas es de 26.57%. Esta acción cognitiva representó un 50% del desempeño de los precolegiales en las prepruebas y a su vez demuestra un desempeño de un 33% en las pospruebas. La diferencia es consistente con los resultados que fueron aflorando en la medición en cada uno de los componentes multidisciplinarios.

Estos resultados se alinean con lo ya presentado en este artículo por Honey et al. (2014), quienes enfatizaron la importancia de la integración en el aprendizaje STEM. Los autores indicaron que la integración de las disciplinas es requerida para el desarrollo de las competencias de razonamiento científico y pensamiento crítico. Estas por su naturaleza, se integran unas con otras en ambientes STEM contextualizado, los cuales son la génesis del proceso de apresto cognitivo.

Conclusiones

La innovación tecnológica ha permitido el desarrollo cognitivo multidisciplinario en una comunidad precolegial emergente mediante el diseño de ambientes de aprendizaje a remoto que dinamizan los contenidos STEM. Esta perspectiva que nos ubica dentro de los campos de la educación virtual genera elementos idóneos para los procesos de la enseñanza y el aprendizaje a remoto. Medina (2019) indica que “con el avance de la educación virtual se necesitan sistemas universitarios flexibles y diferenciados, que permitan múltiples recorridos y diversidad de comunidades de aprendizaje articuladas en red” (p. 142). Esta visión sobre la educación STEM nos direcciona a fortalecer los programas educativos existentes y a generar nuevos espacios dentro de y paralelos a ellos.

Este trabajo se guio por la pregunta de investigación: ¿Qué impacto tiene un componente multidisciplinario en el apresto cognitivo *a remoto* en una muestra de precolegiales en STEM? Los participantes del estudio tuvieron la capacidad de adaptarse a los cambios emergentes ocurridos a los tres meses del inicio de la pandemia del COVID-19. Estos se adaptaron a una circunstancia de aprendizaje diferente a tradicional. Al indagar sobre este proceso académico es importante reseñar que la naturaleza de cada uno de los componentes a pesar de sus diferencias en contenido brindó las experiencias que construyeron el camino hacia un movimiento cognitivo. Este proceso permitió operacionalizar el modelo diseñado para esta investigación y se concluye:



- Las diferentes actividades diseñadas en cada uno de los componentes llevaron a la comunidad precolegial hacia un apresto cognitivo que se evidenció en las ganancias de las puntuaciones de las pospruebas. Estas ganancias fluctuaron entre 6.8 y 46.8 puntos según cada uno de los instrumentos suministrados en cada componente multidisciplinario.
- Las ganancias dentro de cada uno de los componentes fluctuaron entre 21.44% y el 35.02%. El movimiento cognitivo reflejado a partir de los instrumentos administrados en cada componente nos lleva a inferir que esta comunidad precolegial bajo un proceso de transmisión a remoto demostró mayor interés en las disciplinas STEM de naturaleza integrada con la Biología y Ciencias Aplicadas según evidenciado en las ganancias.
- La ganancia en la operacionalización del modelo CAPRe en su forma holística fue de 26.57%. Esta acción cognitiva representa aproximadamente un 50% del desempeño de los precolegiales en las prepruebas y a su vez demuestra un desempeño aproximado de un 33% en la posprueba.
- La comunidad precolegial participante en este estudio estuvo de acuerdo que la matefobia es un miedo a enfrentarse a los procesos, que hay factores culturales y sociales que pueden afectar el aprendizaje en matemáticas y que tanto los padres como los maestros influyen en la motivación.
- El modelo aportó al fortalecimiento del aprendizaje autónomo e independiente en la comunidad precolegial a pesar de las circunstancias de salubridad ocurrida por la pandemia del COVID-19.

De esta investigación se presume que todos los componentes multidisciplinarios interactuando permiten a los estudiantes generar una percepción de su ubicación en la totalidad educativa. Ellos lograron internalizar que todo espacio educativo se puede convertir en un campus dentro de la comunidad precolegial *a remoto*. A pesar de que el proceso educativo es llevado a cabo de forma remota, el mismo cumplió con una rigurosidad curricular a la que los estudiantes se adaptaron y generaron sus propios ambientes de aprendizaje acorde con sus vivencias tecnológicas actuales.

A la luz de estos resultados se recomienda como línea investigación que este modelo se aplique a una muestra de estudiantes precolegiales pero en modalidad presencial alineado con los recursos tecnológicos aplicados en la sala de clases de STEM. Además, se



Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

*Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad
de aprendizaje precolegial a remoto*

recomienda que se trabaje el modelo de forma híbrida. Esto es, unos talleres presenciales y otros a remoto maximizando ambas modalidades. A su vez esto aportará a desarrollar diversas estrategias que emergen de la problemática socioeducativa. Además, el aprendizaje autónomo e independiente es uno de los aspectos fortalecidos que se enmarcan en esta modalidad.

Las implicaciones educativas de esta investigación se proyectan en la resiliencia de los procesos educativos STEM. Bernard (1995) afirma que todos nacemos con una capacidad innata de resiliencia, mediante la cual podemos desarrollar competencia social, habilidades para resolver problemas, conciencia crítica, y autonomía. De esta manera, el apresto cognitivo hacia las diferentes formas educativas de presentar el contenido es un reflejo del proceso innato resiliente. Esta característica innata en el educando le permite crear ambientes adaptados para no interrumpir su proceso de aprendizaje.

Referencias

- Ary, D., Jacobs, C. L., Sorense, C. & Razavieh, A. (2010). Introduction to research in education. Octava edición. USA: Cengage Learning.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12, pp 23–37.
- Bernard, B. (1995). Fostering Resilience in Children. ERIC Digest. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED386327.pdf>
- Caine, R. & Caine, G. (1991). Making connections: Teaching and the human brain. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria, Virginia.
- Chipman, S., Krantz, H., & Silver, R. (1992). Mathematics anxiety and science careers among able college women. *Psychological Science*, 3(5), 292-296.
- Creswell, J. W. (2014). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods approaches. 4a ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Del Prete, A., & Cabero, J. (2020). El uso del Ambiente Virtual de Aprendizaje entre el profesorado de educación superior: un análisis de género. *Revista De Educación a Distancia (RED)*. 62(20). <https://doi.org/10.6018/red.400061>
- English, L., & Kirshner, D. (2016). Changing agendas in international research in mathematics education. *Handbook of international research in mathematics*. 3rd edition. Routledge Taylor & Francis.



English, L. D., & Mousoulides, N. (2015). Bridging STEM in a real-world problem. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20(9), 532–539.

Galvani, P. (2006). Un método transdisciplinar para la autoformación. CEUArkos, México.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ta ed México: Mc Graw Hill.

Honey, M., Pearson, G. & Schweingruber. (2014). STEM Integration in K-12 Education: Status Prospects, and an Agenda for Research. Retrieve from <http://www.stemoregon.org/wp-content/uploads/2014/04/STEM-Integration-in-K12-Education-Book-Ginger-recommendation-from-OACTE.pdf>

Illinois State Board of Education. Recomendaciones de Aprendizaje Remoto durante la Emergencia de Covid-19 27 de marzo de 2020 Borrador Final. <https://www.isbe.net/Documents/RL-Recommendations-Spanish.pdf>

Juca, F. (2016). La educación a distancia, una necesidad para la formación de los profesionales. *Revista Universidad y Sociedad [seriada en línea]*, 8 (1). pp.106-111. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n1/rus15116.pdf>

Khatri, R. (2018). A Model for Propagating Educational Innovations in Higher STEM Education: A Grounded Theory Study of Successfully Propagated Innovations. Recuperado de <https://scholarworks.wmich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4233&context=dissertations>

López, V., Couso, D. & Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/red.410011>

Manual del Componente de Educación General enfocado en competencias de la Universidad del Este (Ahora Universidad Ana G. Méndez) (2017).

Marco. B. (2008). Competencias básicas: Hacia un nuevo paradigma educativo. Madrid. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/28742>

Margery Bertoglia, E. (2019). Complejidad, transdisciplinariedad y competencias. Barcelona: Letrame Editorial.

Medina, A. (2019). La virtualidad de la educación, un reto en el aprendizaje universitario. Reseña del libro de Claudio Rama, Políticas, tensiones y tendencias de la educación a distancia y virtual en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 10(29), pp. 214-216.



Ortiz Fernández, J.; Torres Colón, J.; Rodríguez Bonano, N.

*Impacto del apresto cognitivo mediante un componente multidisciplinario STEM en una comunidad
de aprendizaje precolegial a remoto*

- Pardo, H., & Cobo, C. (2020). Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia. Ideas hacia un modelo híbrido post-pandemia. Recuperado de https://outliersschool.net/wp-content/uploads/2020/05/Expandir_la_universidad.pdf
- Peraza, C., Torres, J. & Rivera, M. (2020) Modelo SAIL: Una Mirada al Aprendizaje Contextualizado en la Matemática. Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías emergente en el desarrollo de las STEM, 1(2), pp. 29-45
- Perrenoud, P. (2001). “La clave de los campos sociales: competencia del actor autónomo”, en Dominique Simone Rychen y Laura Hersch Salganik, *Definir y seleccionar las competencias fundamentales para la vida*, México, Fondo de Cultura Económica, pp. 216-250.
- Sadler, D. R. (2013). Making competent judgments of competence. In Blömeke, S., Zlatkin-Troitschanskaia, O., Kuhn, C. y Fege, J. (Eds.). Modeling and measuring competencies in higher education: Tasks and challenges. Sense Publisher Editors
- Sagasti, M. (2019). La ansiedad matemática. Matemáticas, Educación y Sociedad, 2(2), pp.1-18.
- Sami, J., Stein, Z. Sinclair, K. & Medsker, L. (2020). Data Science Outreach Educational Program for High School Students Focused in Agriculture, 21(1). Journal of STEM Education: Innovation and Research. Recuperado de <https://jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2405/2150>
- STEMadrid. (2018). Educar en STEM, un reto para el futuro de Madrid. Recuperado de http://educacionstem.educa.madrid.org/wp-content/uploads/2018/10/plan_stemadrid4.pdf
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1). <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Süren, N., & Kandemir, M. (2020). The effects of mathematics anxiety and motivation on students' mathematics achievement. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(3), 190-218.
- Tobias, S. (1987). Succeed with Mathematics. Every Student's Guide to Conquering Mathematics Anxiety. The College Board, New York.
- Tomal, D. (2010). Action Research for Educators. Second edition. Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- UNESCO. (2015). Repensar la educación. ¿Hacia un bien común mundial? Francia. Recuperado de <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/unesco-replantear-educacion.pdf>