

REVISTA

Conexiones



Una experiencia más allá del aula...

REVISTA CONEXIONES

EDICIÓN ESPECIAL

"CONECTANDO CULTURAS

A TRAVÉS DE STEM"

FEBRERO 2021

Volumen 13 N° 3 Febrero 2021

ISSN: 1659-4487

MINISTERIO DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Créditos

Edición

Ministerio de Educación Pública de Costa Rica
Dirección de Recursos Tecnológicos en
Educación

Coordinación

Sánchez Madrigal María del Pilar

Comité editorial

Brenes López Roberto
Cambronero Durán Jeffrey
Campos Jiménez Vanessa
Molina Rojas Mariana
Sánchez Madrigal María del Pilar

Diseño gráfico

Brenes López Marco
Guevara Murillo Karla
Molina Rojas Mariana
Vargas Rojas Christian



Ministerio de Educación Pública
San José, Costa Rica.
revistaconexiones@mep.go.cr
2021

Colaboraciones

Alarcón González Leila Nayarith
Bandres Díaz Maximiliano
Banton Zandrea
Caldiño Mérida Esther
Castelli Estela María
Duarte Sandoval Delmy Angélica
Fernández Araúz Andrés
Fongkong-Mungal Claudette
Guerrero Rodríguez Sandra
Hall Conroy
Harrison Campbell Kerry- Ann
Jáuregui de la Cruz Milagritos Emma
Jones-Mullings Borzana
Jorgensen Lynn
Malcolm Janille
Malladi Bhagya
Muñoz Russo Laura
Rojas Aguirre Abel
Russell Marsha
Salguero López Ana Sofía
Seshaiyer Padmanabhan

Silva Martínez Itzel Paola
Sobers Cheryl
Thomas Joseph
Villalta Olivares Paula
Wilson Tracey Ann

Corrección de textos artículos en
español como lengua materna:
Loría Montero Amanda

Corrección de textos artículos en
inglés como lengua materna:
Khayat Araujo Nathalia
Vieyra Rebecca

Revisión de resúmenes en inglés en
artículos en español como lengua
materna:
Williams Jiménez Katherine

Revisión de resúmenes en español
en artículos en inglés como lengua
materna:
Suárez Rodríguez Carmen del Pilar

ISSN: 1659-4487

Las ideas y las opiniones expuestas,
en esta publicación, son propias de los
autores y no reflejan, necesariamente, las
opiniones del MEP ni de sus editores.

Conexiones: una experiencia mas allá
del aula se encuentra en el Directorio
Latindex <http://www.latindex.org>

Comité asesor

Ballesteros Rojas Jorge
Centro de Investigación y Docencia en
Investigación, Universidad Nacional.

Cascante Ramírez Jinny
Centro de Investigaciones en Educación,
Universidad Estatal a Distancia.

Garbanzo Vargas Guiselle María
Facultad de Educación, Universidad de
Costa Rica.

Porras Sibaja Alexánder Jesús
Centro de Formación Pedagógica y
Tecnología Educativa, Universidad
Técnica Nacional.



Indice

Editorial

1. Apoyando la equidad de género en el aula STEM. 06
2. Las gemelas de STEM: perspectivas de dos profesoras, hermanas gemelas sobre la educación STEM y el plan de estudios de estándares nacionales en los niveles secundario y primario en Jamaica. 17
3. Tertulias dialógicas científicas: los textos de divulgación en la clase de ciencias. 26
4. Raíz para disparar, de STEM a las estrellas. 35
5. Metamorfosis docente: desafío para la profesionalización. 45
6. Formación STEM en docentes de química en República Dominicana. 55
7. Experiencias educativas que interpelan. 64
8. La pregunta en la mediación pedagógica. 73
9. Transformando las prácticas educativas a través de STREAM en las Américas 81
10. Una historia de dos profesoras: COVID-19 como oportunidad para reflexionar sobre la pedagogía STEM. 93
11. “Fábrica de Jabones Creativos Fritz”: una propuesta integradora para la enseñanza de las ciencias en preescolar. 106

12. La Red Educativa del Bicentenario de Costa Rica: los beneficios potenciales del acceso y uso a una red de Internet de Banda Ancha.. 118
---	-----------

ANEXO

Colaboradores 171
---------------	-----------



EDITORIAL

Laura Meza Altamirano

Asesora Nacional de Capacitación y Desarrollo
Instituto de Desarrollo Profesional Uladislao Gámez Solano
Ministerio de Educación Pública San José, Costa Rica

Rebecca Vieyra

Coordinadora
Red Interamericana de Educación Docente (RIED)
Organización de los Estados Americanos
Washington, DC, EE.UU.

Estimado lector,

En esta edición especial de Conexiones, “Conectando culturas a través de STEM”, nos complace compartir con ustedes doce artículos de educadores de las Américas. Esta edición especial se basa en la idea de que los docentes, quienes preparan a los profesores (formadores de docentes) y quienes apoyan a los profesores hacen su mejor trabajo cuando están conectados entre sí. Muchos profesores encuentran comunidad dentro de su aula, dentro de sus escuelas y dentro de sus países. Sin embargo, en esta edición, queremos destacar las oportunidades que se generan para los docentes y otros partidarios del sistema educativo, cuando las personas se conectan a través de fronteras políticas, a nivel regional hemisférico.

Los primeros once artículos de esta edición especial cuentan con participantes de la Red Interamericana de Formación Docente (RIED)*, una iniciativa de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Todos los autores principales han participado de alguna manera en los Equipos de Proyecto de la RIED: equipos multilaterales compuestos por profesores de aula, formadores de profesores y representantes institucionales de las autoridades educativas. Por su parte el artículo doce, es una participación académica del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica sobre la Red Educativa del Bicentenario de nuestro país, con esto se vislumbran los esfuerzos que se han realizado para disminuir la brecha digital fortaleciendo con esto las habilidades cognitivas.

La fase actual de trabajo de la RIED explora la educación STEM, un enfoque de la enseñanza y el aprendizaje que otorga un gran valor a la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, tanto en cursos específicos de una disciplina como en la educación general para estudiantes más jóvenes. Si bien





no existe una definición única de STEM en la región, la mayoría de los educadores de STEM adoptan el aprendizaje activo basado en la investigación, además de su trabajo para cerrar las brechas de género que son tan frecuentes en muchos campos técnicos.

El Instituto de Desarrollo Profesional Uladislao Gámez Solano (IDPUGS), como parte del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica, ha participado en los Equipos de Proyecto de la RIED durante los últimos dos años. A través de su participación, están desarrollando una plataforma digital nacional para apoyar a los maestros de la primera infancia a medida que aprenden a usar los enfoques STEM en sus aulas. En colaboración con equipos de educadores de Colombia, Honduras y Estados Unidos, IDPUGS ha compartido sus conocimientos en la creación de contenido y el desarrollo profesional, así como ha aprendido de sus socios, estrategias efectivas de aumentar la confianza de los docentes en STEM en la primera infancia.

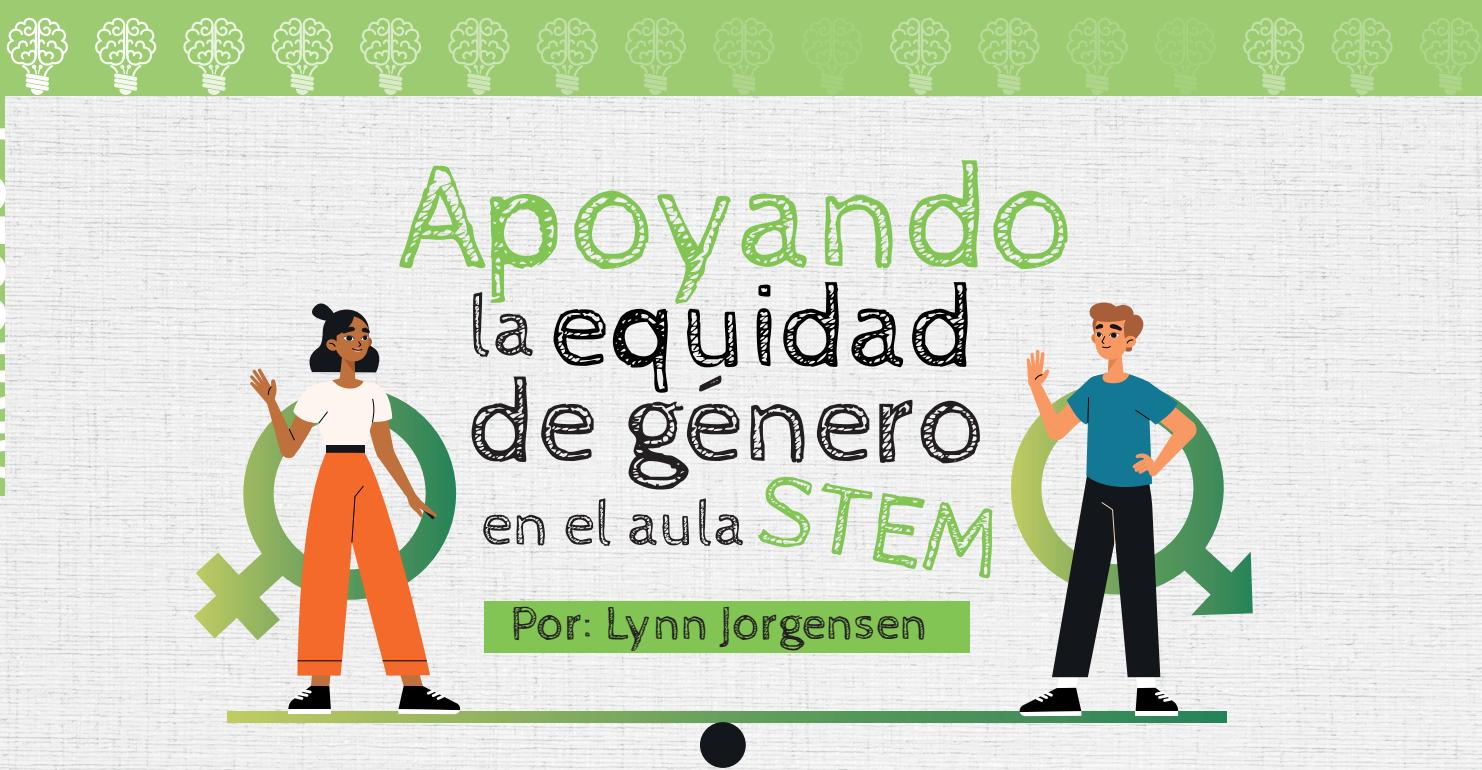
La RIED y el IDPUGS agradecen al Ministerio de Educación Pública de Costa Rica por esta oportunidad de presentar el trabajo de nuestros socios colaboradores en las Américas y, por primera vez, hacer que esta revista esté disponible tanto en español como en inglés. Ambas instancias esperamos que encuentre muchos ejemplos relevantes e innovadores de enseñanza STEM, además de contactos y colaboración internacional en las siguientes páginas, ¡y se sienta inspirado para extender la frontera de su propia comunidad profesional!

Cordialmente,

Laura Meza Altamirano
Asesora Nacional de Capacitación y Desarrollo
Instituto de Desarrollo Profesional Uladislao Gámez Solano
Ministerio de Educación Pública
San José, Costa Rica

Rebecca Vieyra
Coordinadora
Red Interamericana de Educación Docente (RIED)
Organización de los Estados Americanos
Washington, DC, EE.UU.

*La RIED se lleva a cabo con la generosa contribución de la Misión Permanente de los Estados Unidos ante la OEA.



Título: Apoyando la equidad de género en el aula STEM

Resumen: Si bien los egresados de carreras en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) han crecido en los últimos veinte años, la proporción de mujeres que se desempeñan en estos campos no ha experimentado el mismo crecimiento. En este artículo se reporta una investigación acerca de cómo la instrucción basada en indagación, influye en la equidad de género en las aulas. Se analizan los efectos que la confianza, el trabajo en grupo y el cuestionamiento socrático tienen en las mujeres que asisten a cursos STEM, y cómo pequeños cambios en la instrucción, pueden tener un gran impacto en las experiencias de estas mujeres.

Palabras clave: Cuestionamiento Socrático, equidad de Género, escuela secundaria, instrucción basada en indagación, STEM.

Abstract: While the fields of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) have grown in the past twenty years, the proportion of women in these fields has not seen the same growth. This article researches how inquiry-based instructional approaches can better support gender-equity in classrooms. It will look at the effects that confidence, group work, and Socratic questioning have on women in STEM courses, and how small changes in instruction can have large impacts on the experiences women have in STEM courses.

Keywords: Socratic Questioning, gender-equity, high school, inquiry-based instruction, STEM.



APoyando la equidad de género en el aula STEM

Durante los últimos veinte años ha habido un crecimiento significativo en quienes estudian una carrera en áreas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM), como lo muestra la cantidad de títulos de licenciatura otorgados en ese período de tiempo (consulte las Figuras 1 y 2 a continuación). A pesar del crecimiento de egresados en los campos STEM, el bajo número de mujeres se ha mantenido prácticamente sin cambios. ¿Cómo es posible que las mujeres siguen estando subrepresentadas en carreras STEM, incluso con avances en otras áreas de la educación?.

No es que no sean tan capaces como los hombres y tener éxito en cursos de ciencias: por ejemplo, en Estados

Unidos de América a los mejores estudiantes de una generación se les distingue con el reconocimiento de "Salutatorian" y "Valedictorian", este año, en nuestro distrito hubo diez mujeres que obtuvieron la distinción de Valedictorians en comparación con seis hombres, y diez mujeres Salutatorians por un solo hombre. es decir, las mujeres tuvieron un mejor desempeño académico. Entonces, ¿qué es lo que impide que las mujeres sigan carreras STEM?. Este artículo explora los efectos que la confianza, el trabajo en grupo y el cuestionamiento socrático tienen en las mujeres en los cursos STEM, particularmente en las mujeres que asisten a la escuela secundaria, y se discute sobre cómo pequeños cambios en la forma en que enseñamos pueden tener un gran impacto en las experiencias que las mujeres tienen en los cursos STEM.



Figura 1

Cantidad de licenciaturas en los EE.UU., por campo (*Science and Engineering Indicators, 2018*).

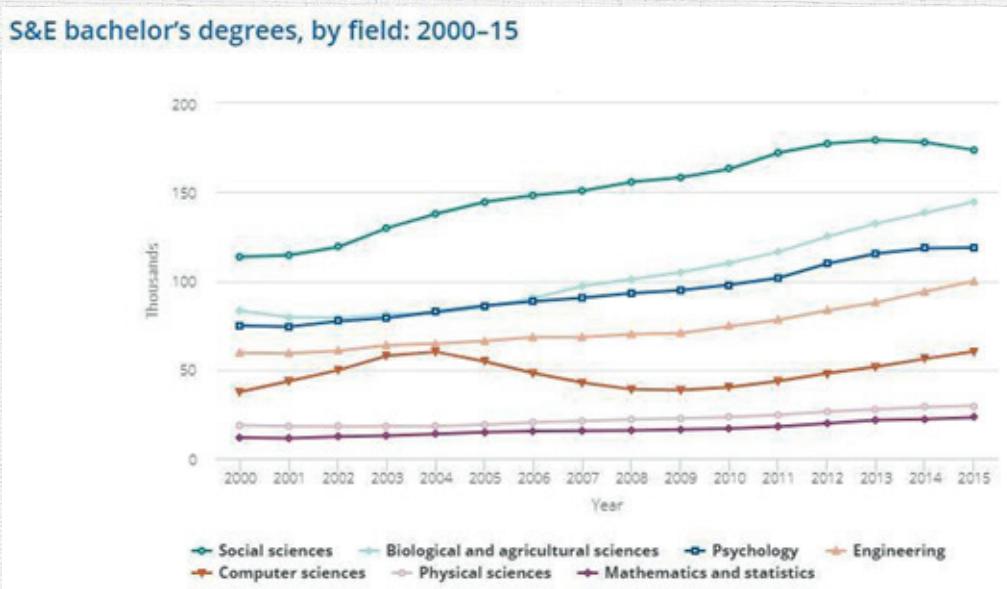
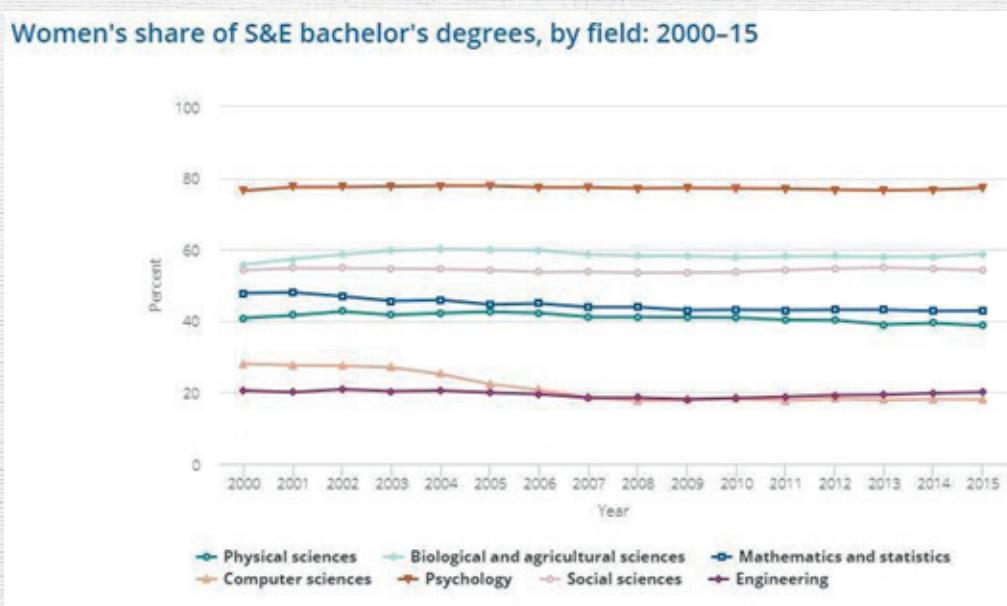


Figura 2

Participación de mujeres en licenciaturas de ciencia e ingeniería en los EE.UU., por campo (*National Science Board, 2018*).





En *The Confidence Gap*, Kay y Shipmen (2014) señalan que «La confianza es una creencia en la capacidad de uno mismo para tener éxito, una creencia que estimula la acción. A su vez, la adopción de medidas refuerza la fe en la capacidad de tener éxito. De modo que la confianza se acumula, a través del trabajo duro, el éxito e incluso el fracaso» (párrafos 55-56). Como educador, he visto los efectos de la poca confianza y el miedo al fracaso en muchos de mis estudiantes de secundaria. Es casi como si pusieran una barrera a su propio aprendizaje una vez que deciden que es demasiado difícil. No es solo mi percepción de mis alumnos. Dunning y Ehrling (2003) relatan un fenómeno similar:

En el programa de doctorado en matemáticas de la Universidad de Cornell, hay un curso en particular durante el cual las cosas inevitablemente se ponen difíciles. Los estudiantes varones generalmente reconocen el obstáculo por lo que es y responden a sus calificaciones más bajas diciendo: "Vaya, esta es una clase difícil". Eso es lo que se conoce como atribución externa y, en una situación como esta, suele ser un signo saludable de resiliencia. Las mujeres tienden a responder de manera diferente. Cuando el curso se pone difícil, es más probable que su reacción sea "Verás, sabía que yo no era lo suficientemente buena".

Esa es una atribución interna y puede ser debilitante. (p. 8).

Según un informe reciente de la UNESCO (2017), esta brecha de confianza es un problema internacional que afecta a mujeres de todo el mundo. Con resultados como: «Reacciones psicológicas a la competencia o las pruebas, como la ansiedad matemática, que es más común entre las alumnas...» (p. 19). Esta reacción también se observó en el artículo reciente, "El elefante en la sala (de clase de física)" publicado en la revista *The Physics Teacher* por Eikerman y Rifkin (2020). El artículo presentó la siguiente perspectiva de una estudiante:

Cuando sientes que estás rodeada de hombres que confían en su éxito en matemáticas y, mujeres que son igual de inteligentes, pero no siempre se sienten tan seguras de sí mismas, incluso, si estas imágenes no son ciertas, eso puede comenzar a reforzar los prejuicios implícitos.

Muchas alumnas son tan exitosas como sus contrapartes masculinas, pero cuando estás luchando en una clase que puede sentirse dominada por los hombres, puede ser una batalla cuesta arriba sentirte tan segura como necesitas p. 301).



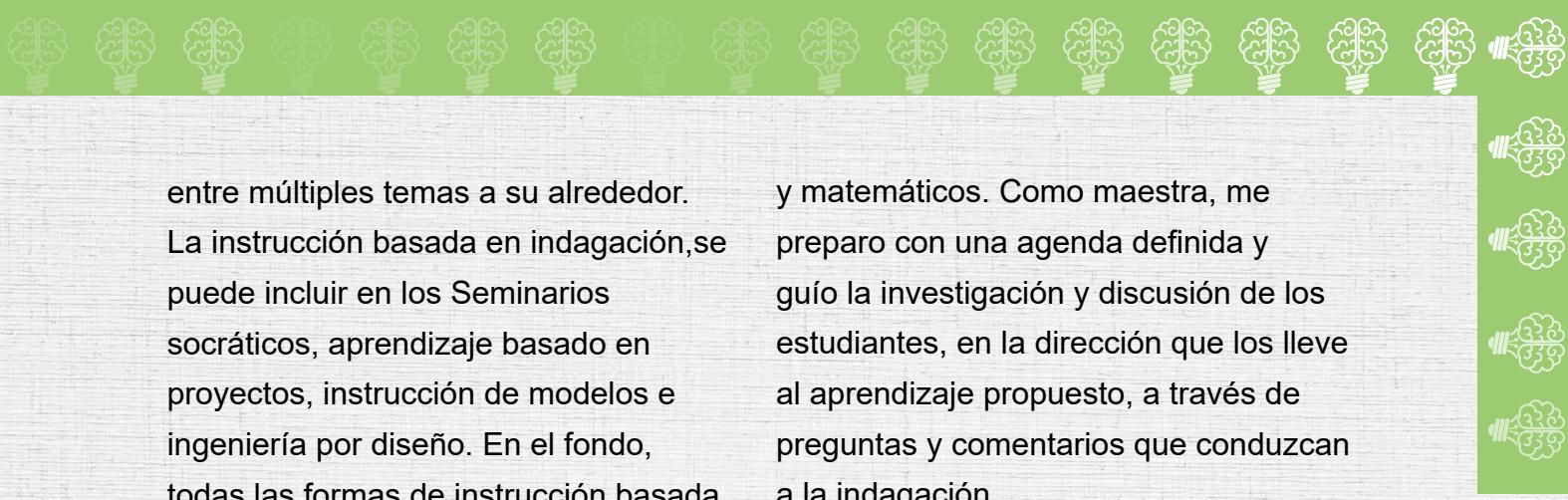
Esta brecha de confianza se refleja en un estudio del Reino Unido (UNESCO, 2017), en el que se notó que en edades entre 10 a 11 años, niños y niñas reportaron casi por igual que habían aprendido cosas interesantes en ciencias. Sin embargo, a la edad de 18 años, esta proporción se redujo al 33% para los niños y al 19% para las niñas, según lo medido por la participación en estudios avanzados de STEM. Aquí, los niños comenzaron a abandonar las materias STEM a medida que se acercaban a sus estudios de nivel avanzado, mientras que las niñas decidieron abandonarlos mucho antes en la escuela secundaria. Muchas escuelas en los Estados Unidos y Canadá ofrecen el programa de Advanced Placement (AP) en donde los estudiantes pueden completar currículo de nivel universitario y conseguir créditos de cursos si obtienen altas calificaciones en sus exámenes. En los Estados Unidos, esta brecha de confianza se refleja en el número de mujeres que se ingresan en el curso AP de física en comparación con el número que toman el examen. En el caso de física, solo el 40% de las mujeres que están inscritas en un curso de física, aplican para tomar el examen AP de física, independientemente de sus calificaciones, como indica un informa

del Instituto Americano de la Física (White, 2011).

Para muchos educadores, nuestra experiencia como estudiantes en las clases de física de secundaria y universidad fue en un aula basada en clase magistral. La mayoría de las prácticas de laboratorio, si no todas, se imprimieron en un libro para que los estudiantes siguieran los procedimientos y registran sus resultados. Desde mi experiencia, he sido testigo del cambio de las conferencias tradicionales y los laboratorios preformados a una forma de instrucción más abierta basada en la investigación, en el aula de la escuela secundaria.

Cuando hablamos de instrucción basada en la indagación, en realidad estamos viendo diferentes métodos y propósitos detrás de la enseñanza. El propósito de esta metodología favorece el pensamiento de orden superior, es decir, no solo se trata de formar estudiantes que puedan recitar hechos y resolver un problema matemático específico, sino más bien, estudiantes que son pensadores críticos, que tienen una comprensión conceptual profunda.

El propósito es crear estudiantes que puedan ver y encontrar interacciones



entre múltiples temas a su alrededor. La instrucción basada en indagación, se puede incluir en los Seminarios socráticos, aprendizaje basado en proyectos, instrucción de modelos e ingeniería por diseño. En el fondo, todas las formas de instrucción basada en la indagación dan como resultado lo siguiente: los estudiantes aprenden a hacer preguntas, investigan sobre sus preguntas, crean laboratorios / actividades para avanzar en sus investigaciones, discuten sus resultados / hallazgos con sus compañeros y reflexionan sobre sus datos al compararlos con los datos de sus compañeros y sus discusiones de grupo.

Las dos formas de instrucción basada en la indagación que yo más utilizo son la instrucción basada en modelos y el cuestionamiento socrático. Preparo el escenario para las actividades de los estudiantes con una demostración y una discusión en clase para establecer un entendimiento común de los fenómenos observados. En grupos pequeños, los estudiantes colaboran en la planificación y realización de experimentos. Ante la clase completa, los grupos presentan y justifican sus conclusiones. La clase en conjunto utiliza los datos colectivos para desarrollar modelos gráficos

y matemáticos. Como maestra, me preparo con una agenda definida y guío la investigación y discusión de los estudiantes, en la dirección que los lleve al aprendizaje propuesto, a través de preguntas y comentarios que conduzcan a la indagación.

Una gran parte de nuestro trabajo en grupo se basa en el cuestionamiento socrático: hacer preguntas de orden superior a nuestros estudiantes para ayudarlos a profundizar y desarrollar conexiones más sólidas entre los temas. También trabajamos para enseñar a los alumnos a preguntarse entre sí, para ayudar a sus compañeros a hacer esas conexiones también. No quiero que mis alumnos resuelvan problemas y que sus compañeros copien el trabajo.





Quiero que todos comprendan por qué el problema se resolvió de esa manera en particular, y que vean cómo un tipo de principio de física es como otro tipo de principio. Para ayudar a nuestros estudiantes a profundizar, hacemos preguntas para aclarar el significado como: “Te escuché decir _____. ¿Es esto lo que quisiste decir? Pedimos referencias, “¿Qué evidencia tenías para ____?” Y les pedimos que apliquen sus conocimientos a una situación diferente: “¿Cómo cambiarían sus resultados si hubiera (cambiado una variable)?”

Como instructores, sabemos que el trabajo en grupo es un momento muy importante para el aprendizaje dirigido por los estudiantes. Pero, ¿es equitativo? ¿Todos los participantes tienen las mismas oportunidades? Un estudio reciente de Karpowitz y Mendelberg (2014) sugiere que el trabajo en grupo no es tan equitativo como se podría pensar inicialmente.

Descubrieron que en el trabajo en grupo “sistemáticamente se considera que las mujeres tienen menos autoridad. Y su influencia es sistemáticamente menor. Y están hablando menos. Y cuando hablan, no se les escucha tanto y se les interrumpe más”. (Rogers, 2020). Como educadores, sabemos que el trabajo en grupo es importante para el aprendizaje de los estudiantes. A medida que hablan de las cosas juntos, los estudiantes pueden formular mejor sus ideas y tienen una comprensión más profunda de los principios que están explorando. El estudio de Karpowitz y Mendelberg destaca por qué nosotros, como educadores, debemos estar atentos a la dinámica de nuestro grupo.

La igualdad sugeriría que cada persona en un grupo de cinco tiene la palabra el 20 por ciento del tiempo, pero se necesitó no solo una mayoría femenina sino una supermayoría (es decir, cuatro de cada cinco) para que las mujeres finalmente hablaran su tiempo de conversación proporcional. En el mejor de los casos, las mujeres superadas en número en el estudio hablaban las tres cuartas partes del tiempo que hablaba un hombre; en promedio, las mujeres hablaban solo dos tercios más que un hombre... Una sola mujer hablaba menos (p. 8-14).



El estudio de Karpowitz y Mendelberg también analizó las discusiones y preguntas grupales, y rastreó la ocurrencia de interrupciones negativas, en la línea de “No lo creo”, “Eso no está bien”, o simplemente hablar con otro estudiante. El estudio señaló que “Tales interrupciones negativas ‘minan la autoridad del hablante’ y los hombres las cometen más ... los patrones de interrupciones negativas estaban directamente vinculados a la composición de género del grupo”. Nuevamente, el estudio afirma que la dinámica de grupo tuvo un efecto directo en la experiencia de cada alumno: “Ponga a una mujer sola con cuatro hombres, y el 70 por ciento de las interrupciones que recibe de los hombres son negativas. Compare eso con tener cuatro mujeres en la habitación: aquí, solo el 20 por ciento de las interrupciones que las mujeres reciben de los hombres son negativas” (pp. 8-14).

Hemos visto que la confianza de una mujer en sus habilidades, la dinámica de grupo y la discusión de grupo pueden tener una influencia muy real sobre las mujeres en las clases de STEM en particular. Sin embargo, como educadoras e instructoras, tenemos una influencia muy real en el éxito de

las mujeres. A medida que formamos grupos, no deberíamos preocuparnos de que haya demasiadas chicas en un grupo. De hecho, deberíamos luchar activamente por grupos con más mujeres que hombres. Cuando las mujeres se ven a sí mismas como iguales a sus compañeros, se dan permiso para luchar con material nuevo. Esta lucha se convierte en una parte aceptable de su proceso de aprendizaje y no se ve como un fracaso.

También podemos enseñar a nuestros estudiantes mejores estrategias de cuestionamiento para usar en discusiones grupales. Nuestros estudiantes deben comprender que el trabajo en grupo no se trata de una regla de mayoría, sino que el objetivo es llegar a una decisión unánime. Karpowitz y Mendelberg también encontraron que cuando los estudiantes adoptaron un enfoque unánime para el trabajo en grupo, una mujer sola participaba casi tanto como un hombre en las discusiones de grupo. También aumentó las interrupciones positivas, las que afirmaron y validaron las ideas presentadas. Esto ayuda a generar confianza en las mujeres como un miembro vital del grupo y envía el mensaje de que la voz de todos es importante.

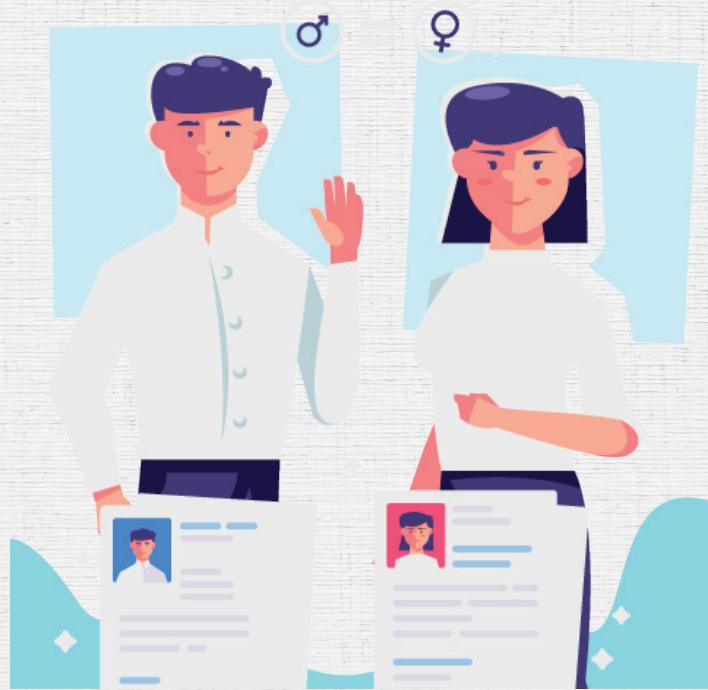


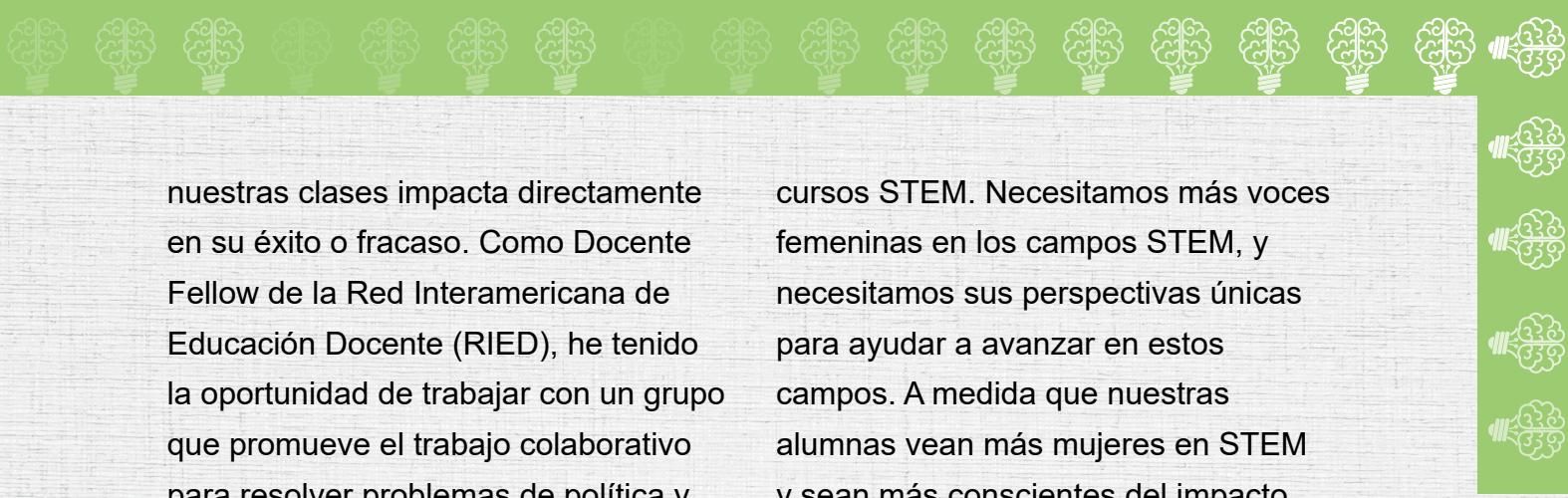
Como maestros, podemos modelar la importancia de las interrupciones positivas mientras trabajamos con nuestros estudiantes individualmente y en grupos. Pequeñas intervenciones como: "Ese es un punto interesante" y "Me alegra que hayas mencionado eso", brindan validación a las mujeres y las alientan a hablar más. En mi salón de clases, normalmente tengo una proporción de 2: 3 mujeres a hombres o incluso una proporción de 1: 2. Si llamaría a los estudiantes en proporción a su número, las mujeres casi nunca tendrían la oportunidad de participar en los debates de clase. En cambio, trabajo para emplear una división 50-50 en las voces y he visto el impacto positivo que este pequeño cambio ha tenido en mis clases.

Cuando comparo el desglose de calificaciones de mis estudiantes, los diez mejores estudiantes de cada clase no siguen la proporción de mujeres y hombres. En cambio, es casi una división de 50 a 50 de mujeres y hombres con las calificaciones más altas. Solo ha habido dos ocasiones en las que esto no ocurrió en mis 5 años de enseñanza. El primero ocurrió el último semestre de mi primer año de enseñanza. La segunda ocurrencia fue cuando tuve un candidato a maestro en

formación en mi salón de clases que no estaba familiarizado con la instrucción basada en la investigación. Él se centró más de su tiempo en responder las preguntas de los estudiantes varones que las de las mujeres. Si bien la distribución de calificaciones el primer semestre fue más niñas que niños entre los 10 primeros, el segundo semestre las calificaciones cambiaron a una proporción de 1:3. Claramente, cómo tratamos a nuestros estudiantes en nuestras clases impacta directamente su éxito o fracaso.

Como maestros, sabemos que tenemos una poderosa influencia en los estudiantes en nuestras aulas, y cómo tratamos a nuestros estudiantes en





nuestras clases impacta directamente en su éxito o fracaso. Como Docente Fellow de la Red Interamericana de Educación Docente (RIED), he tenido la oportunidad de trabajar con un grupo que promueve el trabajo colaborativo para resolver problemas de política y práctica relacionados con la formación docente en STEM. He centrado especialmente mi trabajo en promover políticas y prácticas que fomenten la equidad en la educación STEM para niñas y mujeres.

Hemos analizado los efectos que la confianza, el trabajo en grupo y el cuestionamiento socrático tienen en las mujeres en los cursos STEM, y cómo pequeños cambios en la forma en que enseñamos pueden tener un gran impacto en las experiencias que las mujeres tienen en nuestros

cursos STEM. Necesitamos más voces femeninas en los campos STEM, y necesitamos sus perspectivas únicas para ayudar a avanzar en estos campos. A medida que nuestras alumnas vean más mujeres en STEM y sean más conscientes del impacto que pueden tener en los campos de STEM, aumentará su confianza en sus propias habilidades. A medida que sus compañeros masculinos los fortalecen y apoyan, pueden volverse más resistentes a los contratiempos menores que vienen con cursos rigurosos. La instrucción basada en la investigación puede ser una forma eficaz de crear un aula con mayor equidad de género. No solo nuestras alumnas encontrarán más éxito, todos nuestros alumnos encontrarán más éxito y apoyo entre sus compañeros.



Referencias

- Ehrlinger, J., & Dunning, D. (2003). How chronic self-views influence (and potentially mislead) estimates of performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(1), 5–17. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.1.5>
- Eikerman, O. & Rifkin, M. (2020). The elephant in the (physics class) room. *The Physics Teacher*. 58 (301). <https://doi.org/10.1119/1.5145520>
- Karpowitz, C., Mendelberg, T., & Oliphant, B. (2014). Gender inequity in deliberation: Unpacking the black box of interaction. *Perspectives on Politics*, 12(1), 18-44. <https://doi.org/10.1017/S1537592713003691>
- Kay, K. & Shipman, C. (2014). The Confidence Gap. *The Atlantic*. <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2014/05/the-confidence-gap/359815/>
- Rogers, B. K. (2020). When women don't speak. *BYU Magazine*. https://magazine.byu.edu/article/when-women-dont-speak/?utm_campaign=later-linkinbio-byumagazine&utm_content=later-6861355&utm_medium=social&utm_source=instagram
- National Science Board. (2018). *Science and Engineering Indicators 2018*. <https://www.nsf.gov/statistics/indicators/>.
- UNESCO. (2014). *Cracking the code: Girls' and women's education in STEM*. Paris: UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479/PDF/253479eng.pdf._multi
- White, S. & Tesfaye, C.L. (2011). Female students in high school physics. *Focus on Statistical Report: AIP*. <https://www.aip.org/sites/default/files/statistics/highschool/hs-studfemale-09.pdf>

¿CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO?

- Jorgensen, L. (Febrero de 2021). Apoyando la equidad de género en el aula STEM. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1), 6-16. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>

Las gemelas de STEM: perspectivas de dos profesoras, hermanas gemelas sobre la educación STEM y el plan de estudios de estándares nacionales en los niveles secundario y primario en Jamaica

Por: Marsha Russell y Tracey Ann Wilson

Título: Las gemelas de STEM: perspectivas de dos profesoras, hermanas gemelas sobre la educación STEM y el plan de estudios de estándares nacionales en los niveles secundario y primario en Jamaica

Resumen: Cuando la mayoría de los educadores piensan en la educación STEM, hay varias ideas relacionadas con las cuatro disciplinas que conlleva. A veces nos vemos obligados a lidiar con la noción de que STEM no es para todos. En este artículo, dos educadoras de Jamaica—hermanas gemelas—nos ayudarán a conocer su perspectiva de la educación STEM.

Palabras clave: Aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, entorno del aula, indagación, innovación, liderazgo, pensadores críticos, proyectos comunitarios, talleres.

Abstract: When most educators think of STEM education, there are several ideas relating to the four disciplines that it entails. We are sometimes brought to grapple with the notion that STEM is not for everyone. In this article, two educators from Jamaica—twin sisters—will help us take a walk into their perspective of STEM education.

Keywords: Problem-based learning, project-based learning, classroom environment, inquiry, innovation, leadership, critical thinkers, community projects, workshops.



Introducción

La educación STEM ha existido durante varios años y, sin embargo, muchos de nuestros educadores en Jamaica aún no han descubierto la comprensión completa de este enfoque conceptual.

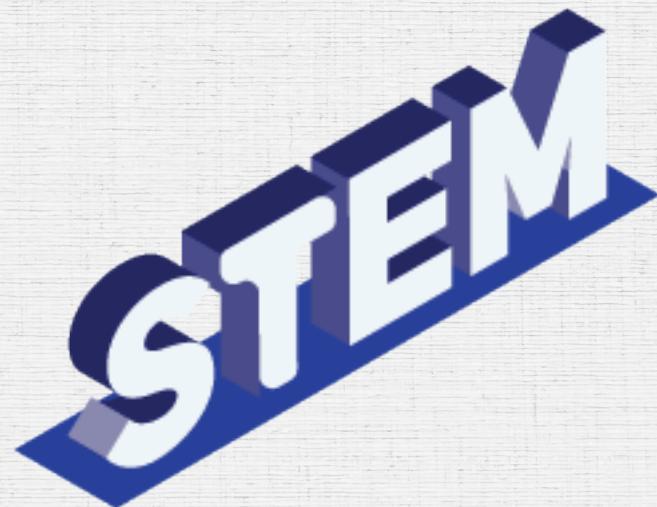
Existen varios conceptos erróneos sobre cómo implementar realmente la educación STEM en nuestras aulas.

En algunos círculos educativos existe la noción de que la educación STEM es una de las muchas modas que se desvanecerán en el olvido con la introducción de otra nueva innovación.

Este artículo busca dar el relato personal de dos educadoras gemelas en Jamaica (Figura 1), y sus perspectivas sobre STEM difieren dada su ubicación en diferentes niveles del sistema educativo y sus áreas disciplinarias.

El artículo da un paseo guiado por el sistema primario y el sistema secundario, observando las experiencias de los educadores y determinando también los obstáculos que se enfrentan en la educación STEM en ambos niveles educativos. También pone de relieve que la educación STEM juega un papel integral en el Plan de Estudios de Estándares Nacionales de Jamaica.

La intención detrás de este plan de estudios es ayudar a los estudiantes a convertirse en aprendices activos, que vencen los obstáculos tradicionales de la educación y se conviertan en pensadores críticos y analíticos, teniendo la capacidad de comunicarse en el mundo real. En un extremo vemos los desafíos que enfrentan los maestros de primaria y la complacencia por parte de los estudiantes de que siempre se les presenten las respuestas. Mientras están en la etapa secundaria, vemos que la responsabilidad recae en gran medida en el lado del maestro de *no tener otra opción* y ellos mismos convertirse en pensadores críticos para formular actividades interesantes y atractivas para promover el descubrimiento y la investigación.



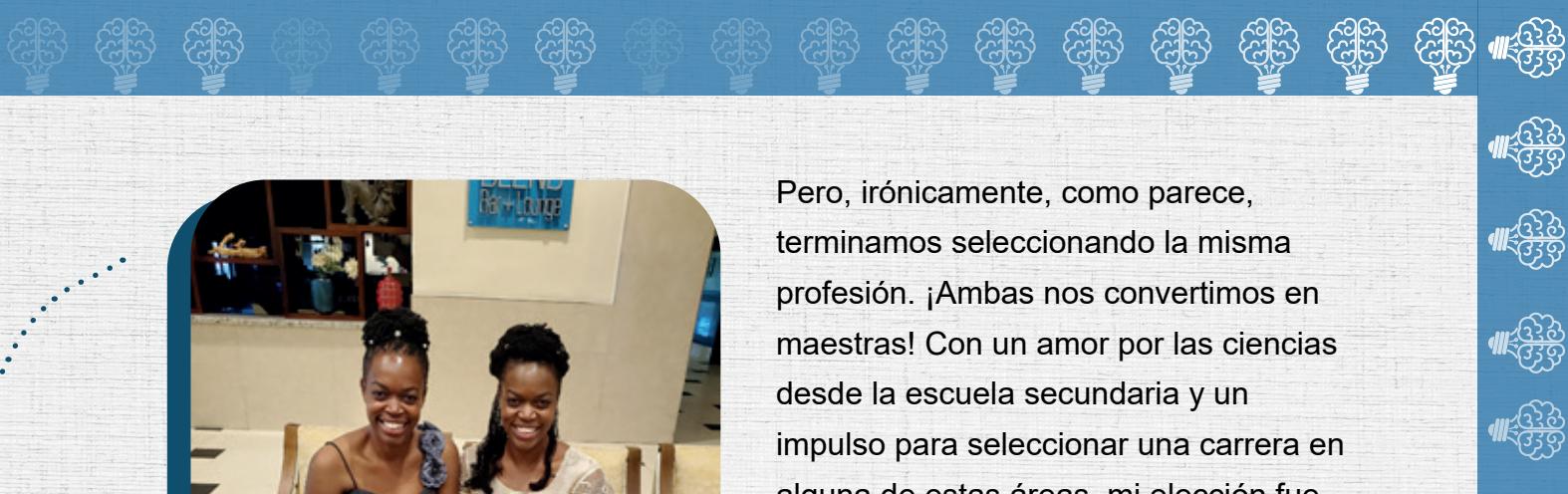


Figura 1. Marsha y Tracey—las gemelas de STEM. Elaboración propia (2020).

La perspectiva de Marsha: una profesora de ciencias y matemáticas de secundaria

Una de las decisiones más importantes que se les presenta a todos los adolescentes es tener la ominosa tarea de seleccionar una ocupación futura. Cuando tenía esa edad, mi proceso de selección no fue diferente al de los demás. Ser gemela solo agravó el hecho, con la noción cada vez mayor de que deberíamos hacer las mismas cosas y tomar las mismas decisiones.

Pero, irónicamente, como parece, terminamos seleccionando la misma profesión. ¡Ambas nos convertimos en maestras! Con un amor por las ciencias desde la escuela secundaria y un impulso para seleccionar una carrera en alguna de estas áreas, mi elección fue fácil: educación secundaria con énfasis en matemáticas y ciencias.

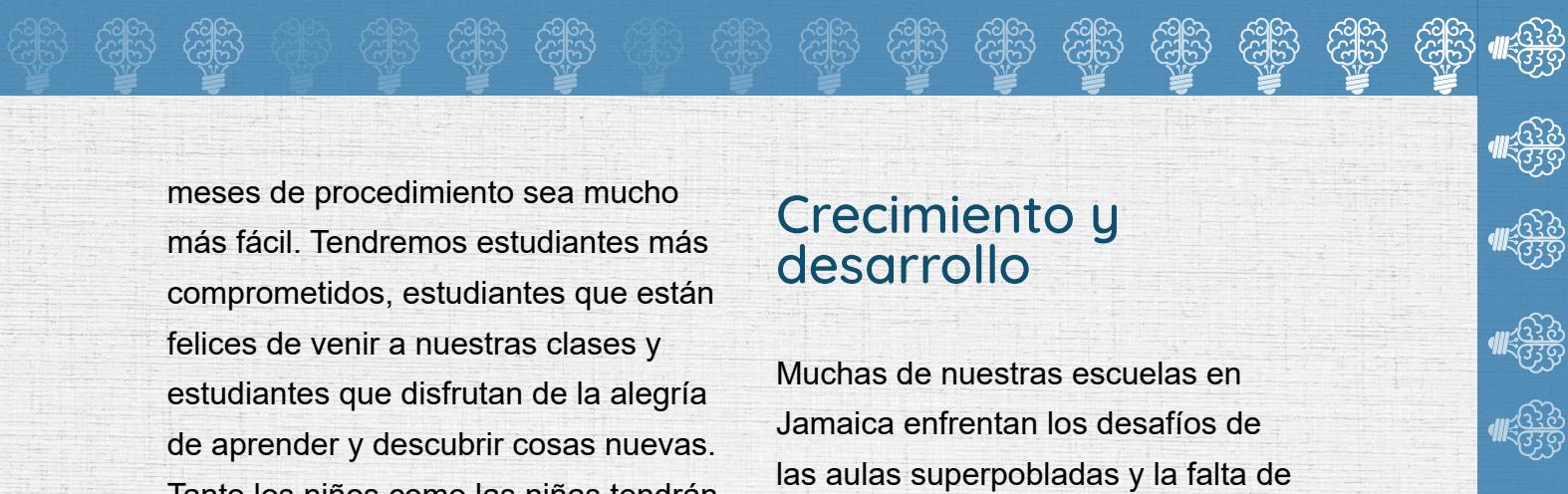
Después de enseñar ciencias en escuelas secundarias durante veintitrés años en Jamaica, es bastante evidente que a los estudiantes jamaicanos les encanta el tema y, en su mayor parte, les gusta explorar y observar temas nuevos y relacionados. Al enseñar a nivel de examen, he descubierto que hacer que todas mis lecciones sean prácticas ayuda a los estudiantes a relacionarse con el tema. Cuando estuve expuesta al enfoque STEM, transformé mis clases de ciencias e hice que todas mis lecciones incluyeran un experimento o la perspectiva ingenieril de construir algo. Una lección que me viene a la mente fue enseñar sobre respiración anaeróbica y aeróbica, la actividad final fue hacer pan en el departamento de economía doméstica y hacer pan. ¡Los estudiantes estaban tan asombrados! Tuvieron una experiencia de primera mano de cómo la respiración anaeróbica es parte de nuestra vida



diaria. A veces comenzábamos la clase con una pregunta o una actividad de laboratorio y solo después de que llegaban a una conclusión, presentaba información conceptual. También observé que comenzar temprano con la introducción de lecciones más prácticas desarrollaba las habilidades científicas de los estudiantes y hacía que la presentación de la información fuera mucho más convincente. Me apresuro a agregar que después de enseñar el mismo programa durante más de veinte años, puede volverse monótono. Cuando sus clases adoptan el enfoque STEM, se recarga cada vez que enseña la lección, porque es una experiencia absolutamente nueva con cada grupo que enseña. Desarrolla el pensamiento crítico en ti como maestro. Ahora estoy emocionada cuando son las vacaciones de verano, porque tengo tiempo para pensar en lo que se puede hacer de manera diferente para que mis lecciones sean nuevas tanto para mí como para los estudiantes. STEM mantiene viva la clase; se presta a la introspección y la exploración. Los estudiantes se convierten en dueños de su propio destino y pueden ver un mundo completamente nuevo y visualizar posibilidades desconocidas.

A menudo, al dialogar con otros educadores a nivel internacional y local, existe una inclinación a creer que la educación STEM solo necesita involucrar a los maestros que enseñan materias STEM. STEM es un plan de estudios centrado en la educación en las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Hallinen, n.d., p.1). Sin embargo, me apresuro a decir que la educación STEM es más que las materias que se enseñan. La educación STEM es un cambio de mentalidad, es una integración de principios que gobiernan nuestro modo de instrucción. La profesora de inglés puede usar STEM en sus clases. El profesor puede formular párrafos con temas matemáticos y tecnológicos. El maestro también puede pedir a los estudiantes que construyan modelos del concepto que han leído, o incluso pueden usar una computadora para desarrollar un crucigrama sobre el tema discutido.

A veces los profesores se desaniman en el sistema secundario porque falta la planificación y preparación que se necesita para hacer que estas lecciones cobren vida, dado el tiempo limitado para completar el programa de estudios. Esto puede parecer abrumador, pero la educación STEM puede hacer que nuestra tarea en los



meses de procedimiento sea mucho más fácil. Tendremos estudiantes más comprometidos, estudiantes que están felices de venir a nuestras clases y estudiantes que disfrutan de la alegría de aprender y descubrir cosas nuevas. Tanto los niños como las niñas tendrán el desafío de crear, comunicarse, colaborar y pensar críticamente.

La educación STEM atenderá las diferencias de aprendizaje únicas de niños y niñas, convirtiéndola en una experiencia de aprendizaje para toda la vida que vale su peso en oro (Figura 2).



Figura 2. Marsha interactúa con niñas y niños en el aula. Elaboración propia (2020).

Crecimiento y desarrollo

Muchas de nuestras escuelas en Jamaica enfrentan los desafíos de las aulas superpobladas y la falta de recursos suficientes. A veces, el profesor tiene que convertirse en vanguardista, pionero y pionero. La infusión de la educación STEM en el aula de secundaria es un movimiento que puede y seguirá produciendo una cosecha abundante. Los estudiantes pueden transferir conceptos de una materia a otra, lo que le permite al alumno hacer que la educación sea relevante e impactante. El docente se verá obligado a incorporar nuevas estrategias e integrar métodos de enseñanza como, el aprendizaje basado en proyectos y basado en problemas.

En el esquema de cosas que la educación STEM puede y debe convertirse es una de las claves para desbloquear el potencial oculto tanto en el alumno como en el facilitador. Se puede utilizar como vehículo para impulsar una revolución y transformar nuestras escuelas de un lugar de aprendizaje de memoria a un canal de descubrimiento. Seamos todos parte de este viaje educativo.



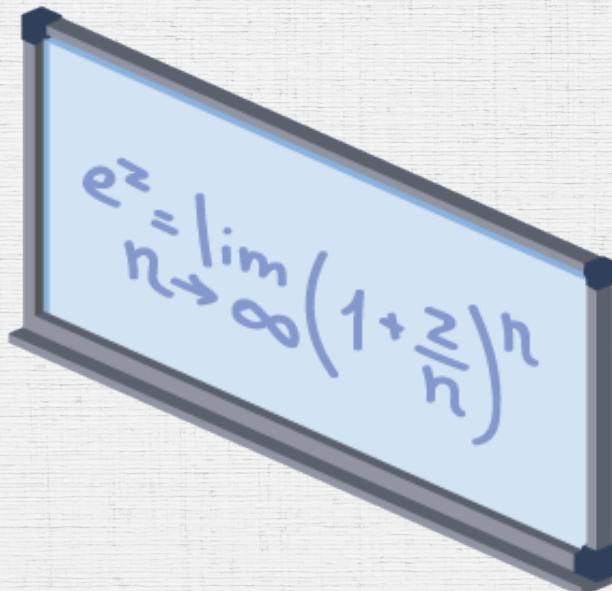
La perspectiva de Tracey: Una maestra de matemáticas capacitada de secundaria que se convirtió en maestra de STEM de primaria

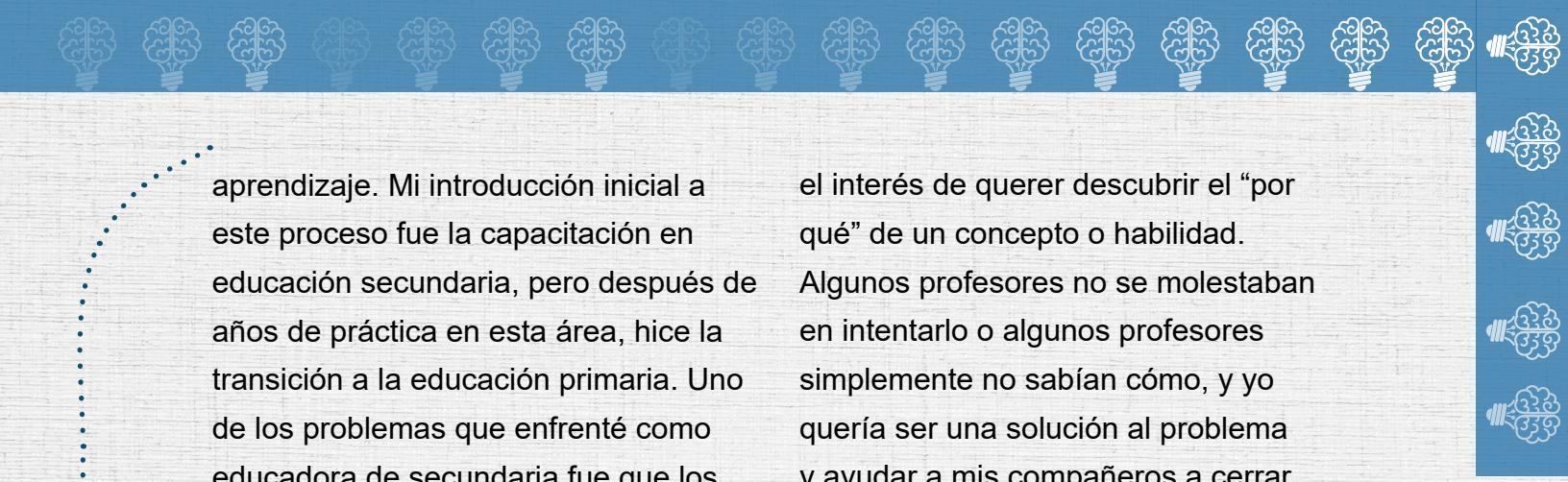
Mucha gente ve a los estudiantes como nativos digitales que se han desarrollado en el contexto del mundo donde el conocimiento no se trata solo de regurgitar hechos o encontrar información. Es saber que los datos o la información están a nuestro alcance y utilizar esta información para cambiar nuestra realidad actual. Los estudiantes se encuentran ahora en una época en la que las aspiraciones profesionales y la seguridad laboral cambian constantemente. Los estudiantes no solo enfrentan la perspectiva de ser médicos, maestros, enfermeros o abogados. En la actualidad existen trayectorias profesionales de las que nunca se había oído hablar antes y a diario se abren nuevas opciones profesionales. La transformación en educación como resultado de la infusión de STEM es un cambio bienvenido.

Siempre he querido saber cuál es la mejor forma de instruir a los alumnos

para que obtengan los mejores resultados. En mi experiencia en la formación de profesores (Figura 3), el enfoque expositivo “tiza y habla” siempre fue desalentado porque está demasiado centrado en el profesor y muchos profesionales y teóricos creen que el aprendizaje es un proceso basado en la experiencia. En el artículo de Sweeney (2019), parafrasea al Ministerio de Educación de Jamaica al afirmar que “se pondrá énfasis en el aprendizaje basado en proyectos y en resolución de problemas, con ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEM / STEAM) integradas en todos los niveles” (p. 1).

Siguiendo la perspectiva de Sweeney, el enfoque STEM de la educación es inclusivo e incorpora una visión equilibrada del proceso de enseñanza y





aprendizaje. Mi introducción inicial a este proceso fue la capacitación en educación secundaria, pero después de años de práctica en esta área, hice la transición a la educación primaria. Uno de los problemas que enfrenté como educadora de secundaria fue que los estudiantes no estaban dispuestos o no podían pensar y hacer la transición al aprendizaje sin una dependencia extrema de su maestro. Los estudiantes querían que se les dijera la respuesta en lugar de averiguarlo por sí mismos. Como profesora de matemáticas con formación secundaria, quería llegar a los estudiantes en las primeras etapas de desarrollo donde aprendieron por primera vez a pensar y formular su propio aprendizaje.

A pesar de que era una maestra capacitada en secundaria, tuve la suerte de trabajar en una escuela secundaria donde pude ver personalmente las operaciones de los departamentos de educación secundaria y primaria. Mientras miraba hacia el salón de clases, vi muchos desafíos. Uno de esos desafíos era un entorno de aprendizaje lleno de un gran porcentaje de maestros que 'contaban', maestros que simplemente daban información a los estudiantes sin desarrollar en los estudiantes la "maravilla" o estimular

el interés de querer descubrir el "por qué" de un concepto o habilidad. Algunos profesores no se molestaban en intentarlo o algunos profesores simplemente no sabían cómo, y yo quería ser una solución al problema y ayudar a mis compañeros a cerrar la brecha. Como tal, mi introducción a la educación primaria coincidió con el nuevo impulso de Jamaica hacia la educación STEM, ¡y esto fue maravilloso! Tuve ese momento de "ah-hah". Sentí que estaba en una fase de cambio fundamental en mi viaje como educadora.

La forma en que pregunté a los estudiantes cambió, y mi enfoque cambió. El enfoque STEM de la educación se preocupa más por aprender que por terminar el plan de estudios. Cuando los estudiantes reciben las herramientas y experiencias que promueven el pensamiento crítico, se convertirán en aprendices preparados para el futuro. ¿Qué significa esto, "alumno preparado para el futuro"? Estos estudiantes poseen las habilidades que los capacitan para aprender cualquier cosa que quieran aprender y poder adaptarse a los cambios que traerá la vida. STEM ha creado un entorno de enseñanza único que equipa a los estudiantes



para el mundo laboral real. Pero aún más importante que este hecho es la idea de crear oportunidades de trabajo para otros, pasando de empleado a empleador. La educación STEM se puede utilizar como un vehículo para reducir la brecha socioeconómica, brindando oportunidades en todos los niveles.

STEM ha aumentado el tiempo de preparación de los profesores porque hay que planificar y formular la experiencia de aprendizaje. Sin embargo, los resultados, aunque requieren mucho tiempo, repercuten en el nuevo mundo que imaginamos para el futuro. La educación STEM a través del uso de proyectos, viajes de campo, grupos cooperativos, aprendizaje práctico y creación abrirá el mundo de las casas inteligentes, los autos inteligentes, el teletransporte y la inteligencia artificial atendiendo nuestras necesidades básicas, al igual que los teléfonos inteligentes ahora se han convertido en una forma de vida. Se espera que la educación STEM acelere la creatividad y la innovación a un nivel que ahora solo está en nuestros sueños.

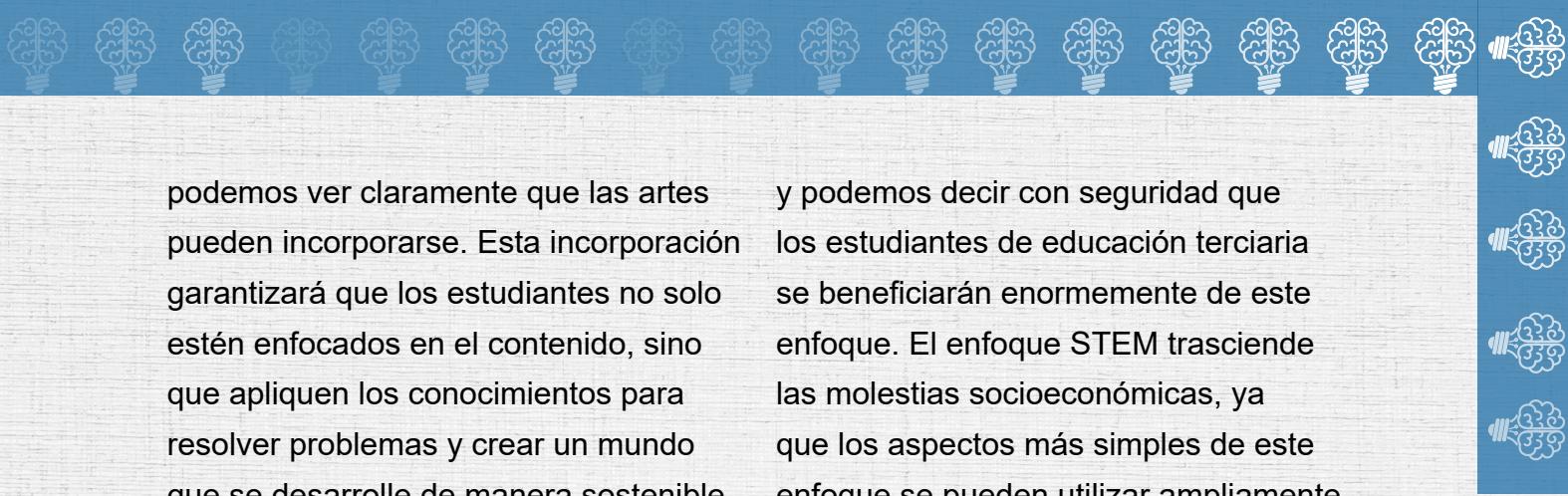


Figura 3. Tracey interactúa con estudiantes y profesores. Elaboración propia (2020).

Conclusión

El enfoque STEM no solo es necesario para los profesores de ciencias, tecnología de la información e ingeniería y matemáticas. Todo maestro que realmente quiera crear un alumno preparado para el futuro debe avanzar en el proceso utilizando STEM. STEM se puede utilizar como vehículo para la transmisión de habilidades y conocimientos valiosos.

STEM no se limita solo a las ciencias, sino que con el inicio de STEAM,



podemos ver claramente que las artes pueden incorporarse. Esta incorporación garantizará que los estudiantes no solo estén enfocados en el contenido, sino que apliquen los conocimientos para resolver problemas y crear un mundo que se desarrolle de manera sostenible. Nuestra perspectiva gemela sobre la educación STEM solo sirve para concretar nuestro entendimiento de que el enfoque STEM trasciende el género; se puede contactar tanto a niños como a niñas. El enfoque STEM trasciende los niveles educativos; tanto en el nivel primario como en el secundario

y podemos decir con seguridad que los estudiantes de educación terciaria se beneficiarán enormemente de este enfoque. El enfoque STEM trasciende las molestias socioeconómicas, ya que los aspectos más simples de este enfoque se pueden utilizar ampliamente con recursos limitados. Al mirar a través de lentes primarios y secundarios, se nos ha brindado la oportunidad de ver cuán valiosa es esta innovación para las sociedades de todo el mundo. Adoptemos todos un enfoque educativo transformador conocido como STEM.

Referencias

- Hallinen, J. (n.d.). *STEM education curriculum*. Encyclopedia Britannica. Recuperado de <https://britannica.com/topic/STEM-education>.
- Sweeney, A. (2019). Promoting STEM education and literacy in Jamaica. *The Jamaica Observer*. Recuperado de <http://jaaica-gleaner.com/article/art-leisure/201904071/promoting-stem-education-and-literacy-jamaica>

¿CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO?

- Russell, M.; y Ann Wilson, T. (Febrero de 2021). Las gemelas de STEM: perspectivas de dos profesoras, hermanas gemelas sobre la educación STEM y el plan de estudios de estándares nacionales en los niveles secundario y primario en Jamaica. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1), 17-25. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>

Tertulias dialógicas científicas: los textos de divulgación en la clase de ciencias

Por: Laura Muñoz Russo y Estela María Castelli.

Título: Tertulias dialógicas científicas: los textos de divulgación en la clase de ciencias

Resumen: Tertulias dialógicas científicas: los textos de divulgación en la clase de Ciencias es un Trayecto de Formación para docentes de Educación Primaria y Secundaria, de las áreas de Biología, Física, Química y Matemática, desarrollado en 2019 en el marco del Programa Provincial de Formación Docente Continua (FORMAR) del Ministerio de Educación de Tucumán (Argentina), en el que participaron 130 educadores.

Palabras clave: Divulgación científica, formación docente continua, tertulias dialógicas científicas.

Abstract: “Scientific dialogue: Outreach texts in science class” is a Training Path for teachers of Primary and Secondary Education, in the areas of Biology, Physics, Chemistry and Mathematics, developed in 2019 within the framework of the Provincial Teacher Training Program Continua (FORMAR) of the Ministry of Education of Tucumán (Argentina), in which 130 educators participated.

Keywords: Science outreach, continuous teacher training, scientific dialogue.

Introducción

El Programa Provincial de Formación Docente Continua, FORMAR, del Ministerio de Educación de Tucumán (Argentina), en su carácter de política pública, desde su inicio en octubre de 2017, brinda trayectos de formación continua, universales y gratuitos, a educadores de la provincia.

«*Tertulias Dialógicas Científicas: los textos de divulgación en las clases de Ciencias*» en el marco del FORMAR, es un Trayecto de Formación destinado a docentes de Educación Primaria y Secundaria, de las áreas de biología, física, química y matemática, desarrollado en el año 2019. Surge para contribuir a la formación profesional del profesorado de la provincia de Tucumán en relación a la importancia de la lectura como medio para que el estudiantado “se apropie del lenguaje de la ciencia para construir y elaborar ideas” (Neus Sanmartí, 2009).

Participaron 130 docentes, de los cuales el 54,6% está titulado en educación primaria y el 45,4% en educación secundaria. El 60% de la totalidad de docentes participantes no tenía cargo en el Sistema Educativo de Tucumán, al

momento de llevarse a cabo el Trayecto de Formación Continua.

Los objetivos principales del Trayecto fueron los siguientes:

- Acercar conceptualizaciones en relación a las Tertulias Dialógicas Científicas (TDC).
- Brindar una alternativa para enriquecer el proceso enseñanza y aprendizaje de las ciencias, a través de la lectura de textos de divulgación científica.
- Ofrecer orientaciones pedagógicas para la implementación de TDC en las clases de ciencia.

Antecedentes

Se ha encontrado en la revisión de experiencias similares, prácticas de Tertulias Dialógicas, principalmente literarias (TDL), realizadas a partir del Proyecto Comunidades de Aprendizaje consolidado por el Centro de Investigación en Teorías y Prácticas Superadoras de Desigualdades de la Universidad de Barcelona (CREA-UB). Dentro de este proyecto, se identificaron siete actuaciones educativas que permiten mejorar los aprendizajes y la convivencia en las escuelas, siendo las TDL una de ellas.

En el año 2015 comienzan a desarrollarse en Argentina, en el marco del Proyecto Comunidades de Aprendizaje, las TDL en tres instituciones de Salta y cuatro de Santa Fe, expandiéndose como política de promoción de la lectura y fortalecimiento de la comprensión lectora en ambas provincias.

Sobre Tertulias Dialógicas Científicas (TDC), se ha encontrado registro de la implementación de las mismas en Europa, enmarcadas en el Proyecto ScienceLit¹ en las siguientes entidades, todas de adultos: AGORA – Asociación de personas participantes Agora de Barcelona, España; RIC Novo mesto – Razvojno izobraževalni center Novo mesto de Eslovenia; KMOP – Kentro merimnas oikogeneias kai paidiou de Athena, Grecia; FACEPA – Federació d'Associacions Culturals i Educatives de Persones Adultes de Barcelona, España; DIE – Deutsches Institut fuer Erwachsenenbildung - Leibniz-Zentrum fuer Lebenslanges Lernen de Bonn, Alemania.

En la relación a la formación docente en Tertulias Dialógicas, desde el Instituto Nacional de Formación Docente del Ministerio de Educación de la Nación Argentina, INFoD, se llevó a cabo en 2019 un curso titulado «*Tertulia Dialógica Literaria: una propuesta para leer, interpretar y construir significados con otros*» del Programa de Educación del Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento, CIPPEC.

Referentes teóricos

Las tertulias dialógicas se basan teóricamente en los siete principios del aprendizaje dialógico (Flecha R., 1997) y en la lectura dialógica (Pulido C. y Zepa B., 2010). Pueden desarrollarse en base a textos de distintos campos del conocimiento: literatura, arte, música, pedagogía, matemática, ciencias...

¹Proyecto ScienceLit: ¡Alfabetización científica para todos! es un proyecto Erasmus + que trabaja para hacer posible uno de los retos europeos actuales: promover y difundir el conocimiento científico entre todas las culturas y sectores de la sociedad. Su objetivo es acercar la ciencia a las personas adultas, especialmente a aquellas que se encuentran en situación de riesgo.



Figura 1 de elaboración propia (2020), realizada en base a Aubert, A., Flecha, A., García, C., Flecha, R. y Racionero, S. (2008).

El aprendizaje dialógico parte de la relación igualitaria entre quienes participan, garantizando igualdad de condiciones para plantear hipótesis y preguntas que permitan la construcción colectiva de conocimiento.

Tal como sostienen Aubert, A., et al, 2008, el aprendizaje dialógico se produce en interacciones que aumentan el aprendizaje instrumental, favorecen la creación de sentido personal y social, están guiadas por principios solidarios y en las que la igualdad y la diferencia son valores compatibles y mutuamente enriquecedores (Figura 1).

La perspectiva dialógica en el aprendizaje se puede definir mediante la interacción social entre personas, mediada por el lenguaje (Valls, Soler, Flecha, 2008). El diálogo permite que puedan intercambiar ideas, aprender juntas, generar conocimiento, descubrir, crear nuevos significados, modificando su lenguaje y también su vida.

La lectura, en tanto, es un medio para que el estudiantado aprenda lenguaje científico a fin de construir y elaborar ideas. Hace posible que obtengan nuevas formas de explicar los hechos de la vida diaria, lo que a futuro les permitirá actuar responsablemente como miembros de la sociedad.

Que el estudiantado desarrolle la capacidad de comprender lo que leen requiere que el profesorado de ciencias planifique diversas situaciones de lectura, que le permitan comprender, construir y reconstruir las ideas de la ciencia, en pos de su formación como personas críticas. De este modo, la lectura de informes científicos, textos de divulgación científica, investigaciones, textos instructivos de experiencias de laboratorio, entre otros, cobran vital importancia.

Es fundamental, además, considerar a la comunicación, oralidad, lectura y escritura, como una práctica compleja que requiere repetidas oportunidades de poner en juego la capacidad de comprensión lectora con diferentes niveles de complejidad (Petrosino, 2010).

El desarrollo de estrategias de lectura en la clase de ciencias, como las TDC, permiten al estudiantado formarse como lectores autónomos logrando comprender el conocimiento científico como una construcción histórico-social, de carácter creativo y provisorio.

Enseñar ciencias a través de textos de divulgación científica es una propuesta que pretende mejorar la relación del

estudiantado con el mundo de las ciencias para generar aprendizajes socialmente significativos y relevantes, para así desarrollar competencias científicas.

La implementación de TDC en la clase de ciencias no solo fortalece el diálogo entre ciencia y sociedad, la capacidad del estudiantado de plantear preguntas, buscar información y debatir temáticas científicas, sino que provoca una ruptura en la relación tradicional de educadores y educandos, avanzando en la creación de procesos igualitarios y horizontales que permiten la democratización del conocimiento científico.

Las TDC constituyen una práctica educativa contrastada para la animación a la lectura y el conocimiento de las ciencias. Además, favorecen la inclusión de multitud de áreas del currículo educativo en su praxis y, en consecuencia, de las denominadas áreas transversales. Las mismas contribuyen a:

- Acceso a la lectura y debate de los textos científicos.
- Construcción del conocimiento a través del diálogo igualitario.
- Transmisión de valores a través de la comunicación y diálogo entre iguales.

- Adquisición de una visión más amplia y rica del mundo de las ciencias a través de los textos.

El profesorado, en general, cuando reflexiona sobre las capacidades que hay que enseñar para aprender ciencias, destacan los procesos relacionados con el trabajo experimental, tales como observar, plantear hipótesis, diseñar experimentos, registrar datos, enunciar conclusiones, pero muy pocas veces consideran imprescindible la enseñanza de capacidades relacionadas con la comunicación de las ideas. Sin embargo, en la evolución de los conocimientos científicos han sido quizá más importantes las discusiones entre pares, la lectura de diferentes fuentes, la escritura para difundir su trabajo.

Metodología

El Trayecto, de 12 horas cátedra, contó con una instancia presencial y una virtual. La metodología implementada en la instancia presencial fue formato taller, considerando que el mismo, posibilita la

construcción colectiva de aprendizajes sobre la base de la capacidad y oportunidad que tienen las personas de reflexionar en grupo sobre sus propias experiencias.

El taller se desarrolló en tres momentos claves:

1º Momento: a través de un Formulario Google se indagó acerca del itinerario lector (personal y profesional) y se generó un debate en relación con la importancia del hábito lector del profesorado, como promotor de prácticas de lectura en sus estudiantes.

2º Momento: se realizó la simulación de una TDC, a partir de los textos de divulgación: «**Deshojando Margaritas**» del Libro «Borges y la Física Cuántica: Un científico en la biblioteca infinita» cuya autoría pertenece a Alberto Rojo² y el último texto considerado «**¿Vampiros en Valaquia?**» del autor Agustín Adúriz Bravo³ de la colección «La ciencia, una forma de leer el mundo».

² Rojo, Alberto. "Borges y la Física Cuántica: Un científico en la biblioteca infinita". -1º ed.-Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2013.

³ Adúriz Bravo, Agustín. "¿Vampiros en Valaquia?". Colección "La ciencia, una forma de leer el mundo". Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, República Argentina, 2005.

3º Momento: se enmarcó teóricamente la propuesta de TDC en la concepción dialógica del aprendizaje. La lectura dialógica, como enfoque teórico pedagógico, traslada el acto interpretativo de la esfera individual al plano colectivo e interactivo.

En tanto, en la instancia virtual, se generaron espacios de intercambios en foros de debate y reflexión, sumados a espacios de lectura y análisis de documentos de base teórica. El Trayecto fue evaluado mediante la elaboración de una propuesta didáctica para la realización de una tertulia dialógica científica.

Resultados

El taller se realizó en armonía con plena participación del profesorado asistente, quienes coincidieron en que la estrategia de TDC puede resultar ampliamente beneficiosa para el estudiantado y que la simulación fue una experiencia que les brindó la oportunidad de comprender los principios del aprendizaje dialógico y reflexionar sobre la importancia de la lectura para el aprendizaje de conocimientos científicos.

El 75% del profesorado participante

presentó su propuesta didáctica y aprobaron el trayecto, obteniendo el puntaje correspondiente para el ascenso en su carrera profesional, según la normativa vigente en la provincia.

En las propuestas didácticas se evidenció coherencia entre el texto de divulgación elegido y los contenidos establecidos en el diseño curricular jurisdiccional, de acuerdo al año y nivel del estudiantado seleccionado como destinatarios de dichas propuestas.

Conclusión

A partir de los resultados, se puede afirmar que se cumplieron los objetivos planteados ya que la mayoría del profesorado participante pudo plasmar en sus propuestas didácticas los principios del aprendizaje y la lectura dialógicos, a través de los textos de divulgación científica elegidos para la implementación de la tertulia, siguiendo las orientaciones pedagógicas dadas, constituyéndose en una alternativa enriquecedora del proceso de enseñanza y aprendizaje en ciencias.

Finalmente, a manera de reflexión, se sostiene que el profesorado del área de las ciencias debe involucrarse

en la enseñanza de la comprensión lectora, no sólo como una herramienta fundamental para que el estudiantado siga aprendiendo, cualquier área del currículum escolar, sino como una parte esencial en el aprendizaje de los conocimientos científicos. El desafío

al que se enfrentan es conseguir que, dentro o fuera de las escuelas, disfruten con los textos científicos, los documentales en tv, las noticias de avances científicos en internet, tanto como leer una novela, mirar una película o jugar con la *play*.

Referencias

- Aguilar, C. Alonso, M.J. Padrós, M. Pulido, M.A. (2010). «Lectura dialógica y transformación en las Comunidades de Aprendizaje». *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 67, (24,1), 31-44.
- Aubert, A., García, C., Flecha, A., Flecha, R. y Racionero, S. (2008). «Aprendizaje dialógico en la Sociedad de la Información». Barcelona: Hipatia.
- Centro de Investigación en Teorías y Prácticas Superadoras de Desigualdades - CREA (Universitat de Barcelona). Tertulias Dialógicas. Junio 2013
- Fernández, S. Gavín, R. González, V. (2012). «Tertulias pedagógicas dialógicas: Con el libro en la mano». *Revista Interuniversitaria de Formación del profesorado*, 15(4), 113-118.
- Flecha, R. (1997). «Compartiendo palabras: el aprendizaje de las personas adultas a través del diálogo». Barcelona: Paidós.

Instituto Nacional de Formación Docente (2016). *Clase 1: La comunicación en las clases de ciencias de la naturaleza. Lectura y escritura en ciencias naturales - Secundaria Especialización docente de Nivel Superior en Enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela secundaria*. Buenos Aires: Ministerio de Educación y Deportes de la Nación.

Jorba, Jaume et al (2000). «*Hablar y escribir para aprender*». Barcelona: Síntesis.

Marbà A., Márquez C., Sanmartí, N. (2009). «¿Qué implica leer en clase de ciencias?». Alambique, *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Nº 59, 102-111.

Pulido, C. y Zepa, B. (2010). La interpretación interactiva de los textos a través de las tertulias literarias dialógicas. *Signos*, 43. Número Especial Monográfico, Nº 2, 298.

Rivas, A., André, F. y Delgado, L. (2017). «*Cincuenta innovaciones educativas para escuelas*». Buenos Aires: CIPPEC, Santillana.

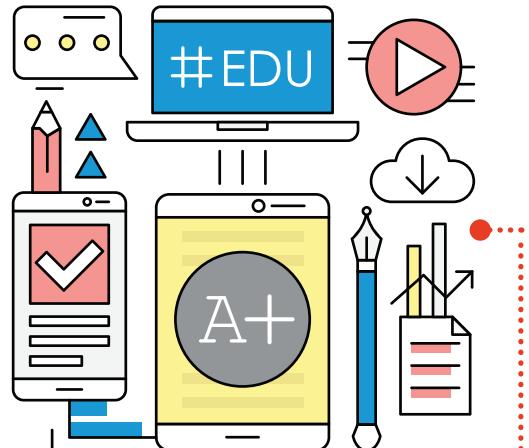
Sanmartí, N. (2007). «Hablar, leer y escribir para aprender ciencia». En Fernández, P. (coord.). *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo*. Colección Aulas de Verano. Madrid: MEC.

¿CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO?

Russell, M.; y Ann Wilson, T. (Febrero de 2021). Las gemelas de STEM: perspectivas de dos profesoras, hermanas gemelas sobre la educación STEM y el plan de estudios de estándares nacionales en los niveles secundario y primario en Jamaica. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1), 26-34. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>



Raíz para disparar de STEM a las estrellas



Por: Bhagya Malladi, Joseph Thomas, Marsha Russell, Borzana Jones-Mullings, Kerry-Ann Harrison Campbell, y Zandrea Banton

Título: Raíz para disparar, de STEM a las estrellas.

Resumen: A lo largo de este artículo, los lectores descubrirán cómo el Ministerio de Educación de Jamaica y un equipo de educadores colaboraron con sus colegas a nivel internacional para demostrar la riqueza del enfoque STEM en la educación. Su colaboración desenterró su potencial y demuestra acertadamente cómo un impulso regional hacia STEM en la educación puede sacar a la luz el potencial oculto de cada estudiante.

Palabras clave: Alumno del siglo XXI, asociación, desarrollo profesional, diferenciación, entorno de aula, indagación, integración, liderazgo, modelo 5E, participación, pensamiento crítico, proyectos comunitarios.

Abstract: Throughout this article, readers will discover how Jamaica's Ministry of Education and a team of educators collaborated with their colleagues internationally to demonstrate the wealth from the STEM approach in education. Their collaboration unearthed their potential and aptly demonstrates how a regional thrust towards STEM in education can bring to light the hidden potential in every student.

Keywords: 21st century student, association, professional development, differentiation, classroom environment, inquiry, integration, leadership, 5E model, participation, critical thinking, community projects.



Introducción

Introducción

En la última década, ha habido un ferviente intento por parte de los educadores de integrar STEM en sus lecciones. El uso de STEM es una forma innovadora de desarrollar el pensamiento crítico y encender la creatividad, ambas habilidades necesarias para que los estudiantes funcionen en el siglo XXI mientras emprenden su viaje al mundo laboral. Por tanto, no basta con enseñar contenido de una sola disciplina en el que los profesores sean los únicos proveedores de conocimientos. Para algunos, la integración de STEM en el aula puede parecer una tarea ardua, pero no tiene por qué serlo. No requiere materiales costosos o fuera de alcance, y no importa dónde se encuentre en la región, puede usar recursos limitados para hacer de STEM una posibilidad para sus estudiantes. Además, STEM no se limita a materias de matemáticas y ciencias, sino que se puede implementar en casi cualquier disciplina.

Esperamos que los lectores de este artículo sepan que STEM no necesita estar confinado a ciertos temas o contextos, pero de hecho, se puede infundir en todas las áreas de contenido

y enseñar habilidades relevantes para las necesidades de los estudiantes del siglo XXI. Aunque algunos educadores pueden sentirse intimidados por adoptar el enfoque STEM, las experiencias de nuestros maestros de aula de Jamaica, en colaboración con maestros de la región, sirven como evidencia anecdótica que esperamos que los lectores aprecien. Estamos seguros de que los lectores también pueden desarrollar las estrategias pedagógicas para infundir STEM en sus lecciones para brindar conectividad con la lectura y la comprensión, utilizando el arte en la expresión, la comprensión conceptual de su entorno y comunidades.

Descripción general

La historia que sigue muestra cómo nuestro equipo de proyecto de la Red Interamericana de Educación Docente (RIED) de Jamaica colaboró internacionalmente para permitir que nuestros maestros atiendan las necesidades emergentes de sus estudiantes. También ilustra cómo nuestros maestros han podido compartir sus experiencias con sus colegas para que, como región, el Caribe y América Latina puedan equipar a la generación actual de estudiantes para trazar de manera efectiva las fronteras de la



era digital e informacional. Esta es también una historia de descubrimiento, reflexión, dedicación y pasión por la excelencia educativa. A partir de las experiencias que desarrollamos, esta historia ofrece lecciones sobre cómo los dilemas regionales se pueden resolver con experiencias de aprendizaje pragmáticas y del mundo real.



Profesora STEM de las Américas: Bhagya Malladi

En todas las colaboraciones de Jamaica, Bhagya Malladi, un maestro de STEM de la escuela secundaria Immaculate Conception, ha liderado el esfuerzo para ayudar a otros maestros a innovar en su propia práctica. La historia de desarrollo profesional de Bhagya muestra el poder de la colaboración internacional y el liderazgo docente para el cambio educativo. Sumado a este viaje, ilumina la forma en que los educadores piensan sobre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, al integrar los temas del pensamiento crítico y la comprensión conceptual.

Bhagya no solo soluciona la falta de recursos como un obstáculo, sino que acepta los materiales limitados como un desafío del mundo real para el

aprendizaje STEM de los estudiantes. Ella integra regularmente tareas de ingeniería reciclables rentables cuando enseña ciencias. Esta pasión que desea transmitir a los nuevos profesores en el aula para ayudarles a descubrir la alegría interior del proceso de enseñanza y aprendizaje. La experiencia de Bhagya puede informar a la región sobre cómo brindar a los maestros de STEM el apoyo para desarrollar y diseñar actividades con materiales fáciles de encontrar, puede generar cambios en sus aulas y en toda la región.

Surcando a través del Mar Caribe

Bhagya se involucró por primera vez en la colaboración internacional en 2018 a través de una asociación de la Organización de los Estados Americanos (OEA) a través de la RIED, con el Consejo de Enseñanza de Jamaica, parte del Ministerio de Educación (MOE), Juventud e Información y la Universidad George Mason de los Estados Unidos de América. Se le dio la oportunidad de participar en un proyecto titulado “Transformar el desarrollo profesional docente en las mejores prácticas a través de STREAM” (Figura 1). El



proyecto incluyó un seminario web, un taller y una reflexión en forma de taller que brindaría la oportunidad de explorar conceptos en las dos primeras fases. La reflexión de los capacitadores tomó la forma de un taller de “capacitación de capacitadores” para ayudar a promover las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes y los proyectos comunitarios a través de STREAM, un enfoque que integra lecciones de ciencia, tecnología, lectura, ingeniería, arte y matemáticas (STREAM) en diferentes materias. Cuarenta profesores participaron en el proyecto. Escribieron planes de lecciones STREAM con un enfoque especial en la integración de muchas áreas temáticas diferentes. Esta integración en el plan de lecciones STREAM se centró en la diferenciación, satisfaciendo las diversas necesidades de todos los estudiantes.

Las dos primeras fases ayudaron en

el desarrollo profesional de Bhagya a obtener el dominio de cinco habilidades de liderazgo esenciales: pasión, comunicación efectiva y compromiso con los miembros de su equipo, a través de la formación de equipos y liderazgo con decisión. Al planificar, organizar y ejecutar su serie de talleres de tres partes para sus colegas, como parte de su compromiso de seguimiento, tuvo que emprender muchas tareas que perfeccionaron estas cinco habilidades para ella como entrenadora / maestra / líder.

La mejor experiencia de aprendizaje para Bhagya fue la introducción de un formato de plan de lecciones STREAM. Esta colaboración internacional puso en marcha las ruedas del sueño que Bhagya quería cumplir en el sistema educativo de Jamaica.



Figura 1.
Transformando el desarrollo profesional docente en mejores prácticas a través de un taller STREAM. Bhagya Malladi (2018).



La experiencia STEM continúa

En 2019, las habilidades que Bhagya perfeccionó a partir de su compromiso de 2018 se convirtieron en la fuente de motivación que la llevó a ser aceptada como Docente Fellow de la RIED, un programa de dos años destinado a desarrollar el liderazgo docente de STEM en la región. Esta nueva oportunidad le permitió tomar un papel activo como miembro de un Equipo de Proyecto de Jamaica en colaboración con maestros e instituciones de formación de maestros de St. Kitts y Nevis y los Estados Unidos de América. Todas estas tareas mejoraron las prácticas pedagógicas y las habilidades de Bhagya como entrenador / maestro-líder. La comunicación activa con maestros de otras nacionalidades iluminó la idea de buscar soluciones para mejorar las habilidades de pensamiento crítico y la comprensión conceptual en las aulas habilitadas para STEM.

Como parte del trabajo de su equipo de proyecto, encabezó el desarrollo de una encuesta para obtener más información sobre las opiniones de los profesores sobre el aprendizaje STEM. Setenta profesores de ciencias de todo Jamaica participaron en la encuesta en la que se descubrió que los profesores utilizan varias estrategias para fomentar y desarrollar la comprensión conceptual y el pensamiento crítico en los estudiantes. Sin embargo, un gran porcentaje de profesores de ciencias hace hincapié en las demostraciones (88%), las preguntas (83%) y muchos menos utilizan estrategias más interactivas y centradas en el alumno que se sabe que fomentan el pensamiento crítico (Figura 2). Los datos proporcionan evidencia de que muchos profesores no están preparados para enseñar utilizando pedagogías STEM más centradas en el estudiante.



5. Tick one or more of the pedagogical practices you use to improve conceptual understanding of the topic.

81 responses

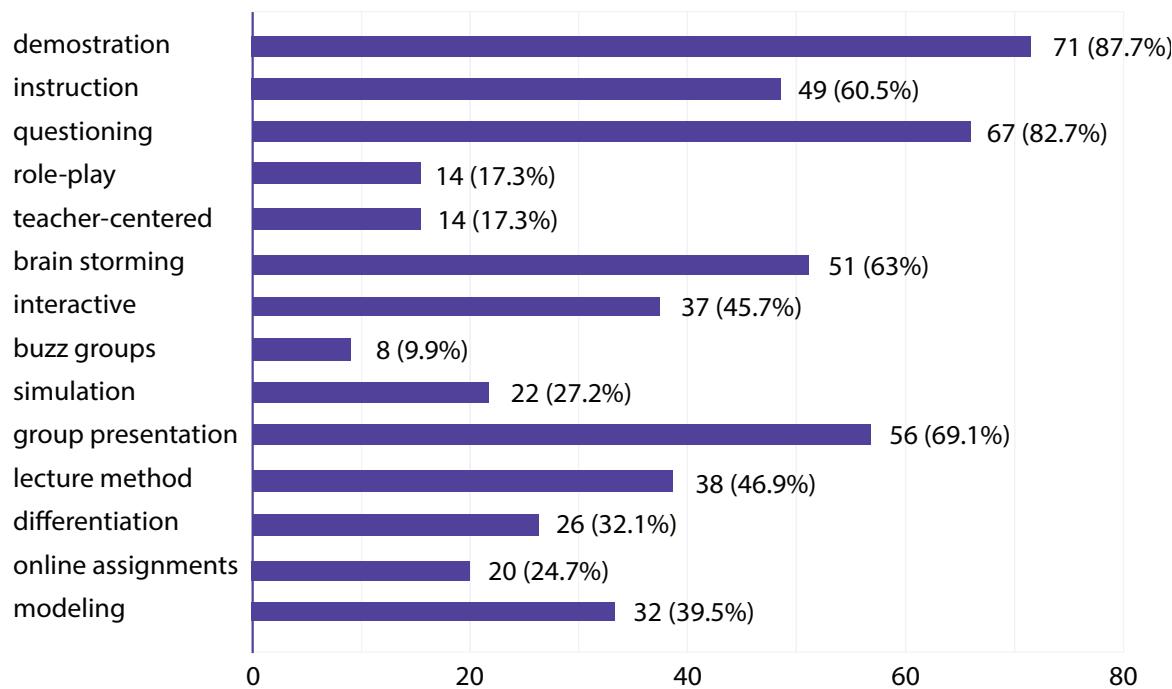
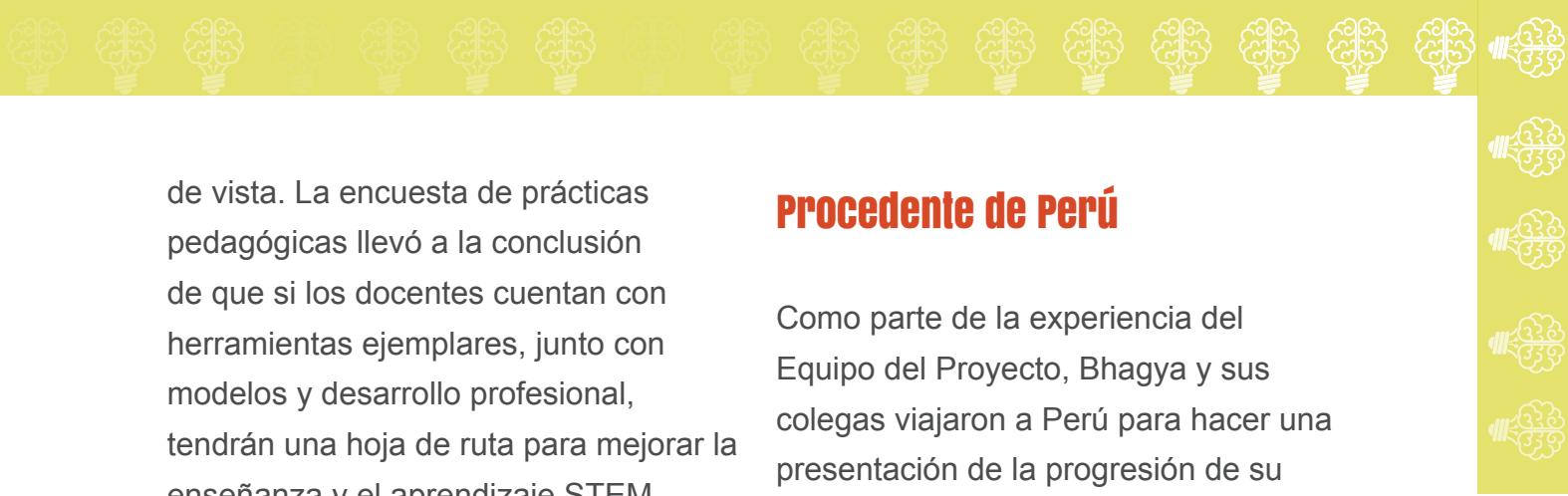


Figura 2: Prácticas pedagógicas que utilizan los profesores para mejorar la comprensión conceptual del tema.

Traducción del gráfico: 5. Seleccione una o más de las prácticas pedagógicas que usa para mejorar la comprensión conceptual del tema. (demostración, instrucción, preguntas, juego de rol, centrado en el docente, cascada de ideas, interactividad, grupos de buzz (?), simulación, presentación en grupo, método de conferencia, diferenciación, tareas en línea, modelamiento).

Con base en los resultados, Bhagya estaba decidida a poner un salvavidas a sus colegas e invitarlos a un salón de clases donde las prácticas STEM pueden brindar a sus estudiantes una mayor oportunidad de experimentar STEM en acción. A muchos estudiantes se les deja comprender los conceptos

sin mucho andamiaje debido a la ausencia de actividades prácticas que eventualmente conducen al aprendizaje basado en la indagación. Además, a los estudiantes no se les dan preguntas de pensamiento de orden superior para que ejerciten sus habilidades de pensamiento y compartan sus puntos



de vista. La encuesta de prácticas pedagógicas llevó a la conclusión de que si los docentes cuentan con herramientas ejemplares, junto con modelos y desarrollo profesional, tendrán una hoja de ruta para mejorar la enseñanza y el aprendizaje STEM.

La interacción en línea y el taller de 2018, junto con la experiencia del Equipo de Proyecto en 2019, la han llevado a emerger con nuevos conocimientos. Ahora es una educadora más organizada que planifica lecciones para activar las habilidades de pensamiento crítico que obligan a sus estudiantes a ser productores de conocimiento y no solo consumidores.

Procedente de Perú

Como parte de la experiencia del Equipo del Proyecto, Bhagya y sus colegas viajaron a Perú para hacer una presentación de la progresión de su proyecto en el Taller y Seminario RIED 2019. Las posteriores interacciones presenciales con los docentes fellow RIED de las Américas (Figura 3) le dieron a Bhagya una experiencia refrescante de cómo se siente realmente ser un estudiante expuesto a una atmósfera de clase que propicia el aprendizaje de una manera interactiva y agradable. ¡Su experiencia aquí fue increíble!



Figura 3. Docentes Fellow OEA-RIED en acción.



Después de haber participado en un taller, Aprendizaje activo en óptica y fotónica, que la presentó varios enfoques en la educación STEM, Bhagya regresó a Jamaica con la confianza de que podía motivar e inspirar a los maestros a dar vida a STEM en sus aulas. Primero demostró esto a través de un cambio de instrucción en su pedagogía, alejándose de la tiza y el habla, el aula centrada en el maestro a un aula centrada en el estudiante a través del aprendizaje activo. Bhagya tradujo sus prácticas exitosas en el aula en una visión compartida con sus estudiantes y dos de sus asesorados que enseñaron ciencias a los estudiantes de séptimo grado.

Brazos robóticos con un presupuesto

Estas interacciones significativas de experiencias internacionales inspiraron a Bhagya a pensar en formas innovadoras de motivar e inspirar a sus estudiantes a través de actividades prácticas, como la creación de brazos robóticos funcionales. Bhagya se dio cuenta de que a través de tales actividades prácticas de STEM, los estudiantes llegarían a la realización del verdadero potencial y las habilidades que poseen sin temor al rechazo o dar respuestas incorrectas.

Para implementar sus planes y hacerlos atractivos para sus estudiantes, tomó ideas del taller de 2018 junto con el Seminario de 2019 para implementar la primera exhibición de ciencia “Youth Power” de su escuela para estudiantes de séptimo grado (Figura 4). Este evento nació de la lección desarrollada como parte de sus colaboraciones internacionales en el Equipo del Proyecto, con la intención de demostrar que los maestros pueden usar materiales de bajo costo para enseñar STEM. Durante el evento realizado el 11 de febrero de 2020, los estudiantes construyeron brazos robóticos y otros dispositivos tecnológicos a partir de material recuperado y recicitable para aprender sobre la energía y las transformaciones y su conservación. Bhagya se acercó a los distribuidores de LASCO, una empresa local.

LASCO acordó patrocinar los premios para los cinco mejores trabajos por hacer los brazos robóticos. Todos los participantes también recibieron tokens proporcionados por LASCO y el National Commercial Bank. Bhagya demostró a sus colegas, muchos de los cuales se desempeñaron como jueces en el evento, que la falta de recursos no debería ser una barrera para la educación STEM de calidad.



Figura 4. Exposición de ciencias “El poder de la juventud” presentada por estudiantes de séptimo grado de la escuela secundaria Immaculate Conception el 11 de febrero de 2020.

Procedencia de las escuelas primarias

El uso de materiales reciclables de bajo costo para construir un brazo robótico no fue el final del viaje de Bhagya. Se puso en contacto con escuelas primarias de Jamaica para plantar profundamente la raíz de su sueño. Bhagya, que se dirige a estudiantes de entre 6 y 10 años de edad, cree apasionadamente que, si los estudiantes del nivel primario se introducen muy temprano en STEM, esto les permitiría pasar al nivel secundario. Esto permitió a los

maestros de escuela primaria estar capacitados para desarrollar todo su potencial científico. Partir de la raíz del aprendizaje de los estudiantes traerá resultados significativos, lo que les permitirá alcanzar las estrellas.

Conclusión: STEM a las Estrellas

Bhagya es solo un ejemplo de cómo puede ser el liderazgo docente de STEM. La inclusión de STEM en las lecciones diarias no necesita ferias de ciencias ni materiales que excedan el presupuesto para que las lecciones



sean animadas y atractivas. Al mirar a su alrededor, los maestros pueden encontrar materiales de bajo costo o sin costo si permiten que su imaginación y pasión por la enseñanza tomen la iniciativa. Las exhibiciones de STEM en las aulas y la formación de asociaciones son solo algunas de las formas en que los maestros pueden llevar la planificación de STEM a otro nivel. El apoyo del MOEYI / JTC ha sido fundamental en el desarrollo de líderes docentes de STEM como Bhagya Malladi. Otros ministerios de la

región pueden utilizar este ejemplo para el desarrollo sostenible futuro de sus países. La promoción del enfoque STEM en la educación impulsa al alumno a ser más consciente de su entorno, lo que lo convierte en un participante activo en el proceso de aprendizaje. Un proyecto de esta naturaleza con el equipo OEA-RIED saca a la luz el poderoso cambio que se puede iniciar cuando hay educadores comprometidos y que utilizan la colaboración internacional para avanzar en la integración STEM.

Referencias

Westbrook. C. (2014). *Teaching critical thinking using Bloom's taxonomy*. World of Better Learning. Recuperado de <https://www.cambridge.org/elt/blog/2014/04/18/teaching-critical-thinking-using-blooms-taxonomy/>

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Malladi, B.; Thomas, J.; Russell, M.; y otros. (Febrero de 2021). Raíz para disparar, de STEM a las estrellas. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1),35-44 Recuperado de <https://www.mep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>



Metamorfosis DOCENTE

Desafío para la profesionalización

Por: Esther Caldiño Mérida, Duarte Sandoval Delmy Angélica, Abel Rojas Aguirre, Itzel Paola Silva Martínez y Maximiliano Bandres Díaz.

Título: Metamorfosis docente: desafío para la profesionalización.

Resumen: El presente artículo pretende hacer una reflexión profunda de la realidad que se vive relacionada a la profesionalización del docente que imparte matemática y ciencias, en los en los centros escolares de los países de El Salvador y México. Ilustra una necesidad apremiante de la educación que urge ser atendida por ser exigencia del mundo globalizado del siglo XXI y se vive tomando como base los factores más interviniéntes, como lo es su profesionalización y la falta de implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la ciencia y la matemática.

Palabras clave: Educación, competencias, creencias, profesionalización.

Abstract: This article aims to make a deep reflection of the reality that exists related to the professionalization of teachers who teach mathematics and science in schools in the countries of El Salvador and Mexico. It illustrates a pressing need that urgently be met because it is a requirement of the globalized world of the 21st century and is lived based on the most intervening factors, such as its professionalization and the lack of implementation of didactic strategies for the teaching of science and mathematics.

Keywords: Education, competences, beliefs, professionalization.



Profesionalización docente: El Salvador y México

A partir de la década de los noventa en Latinoamérica surgió un sin número de readecuaciones curriculares en los ministerios de educación. Estas reformas han propuesto impactar de manera favorable en las aulas educativas, proyectándose a nivel nacional e internacional, haciendo de esta manera que los sistemas educativos puedan responder a las exigencias del momento socio histórico que se viven. (Tiburcio, Monero, 2011).

Sabemos que para lograr con éxito lo que las reformas educativas proponen, se necesita que la comunidad de docentes se involucre y que la participación sea creativa de parte de los profesores. Sin

embargo, al hablar de reforma educativa, no es más que pretender retomar un sistema fuera de contexto que en su momento pudo dar buenos frutos a la educación. Los tiempos cambian, las personas transmutan y, por lo tanto, la didáctica también debe transformarse. Hay que construirla desde la realidad actual, con la mirada puesta en los cambios bruscos que la vida va teniendo. Si se quiere ver calidad educativa, se debe realizar una revolución en la educación, es decir, transformar el sistema educativo...transfigurar la didáctica desde la formación de maestros.

En México, el Artículo 12 de la Ley General del Servicio Profesional Docente (LGSPD) contempla que las funciones docentes de la educación impartida por el Estado deberán orientarse a



Figura 1:
Profesionalización docente para la enseñanza de las ciencias,
Universidad Marista,
México. Fuente Esther Caldiño Mérida, 2019.



brindar una educación de calidad. La Ley del Servicio Profesional docente SEP (2016) considera que el perfil de los docentes debe estar conformado por cinco dimensiones. En una de ellas, sostiene que los procesos de formación y evaluación del docente deben estar basados en un modelo de competencias, y en otra dimensión se sostiene que se debe organizar y desarrollar una formación continua a lo largo de la trayectoria profesional de los docentes (Figura 1).

En El Salvador, mediante el decreto 913, se creó la Ley del Instituto Nacional de Formación Docente. En cuyo cuarto artículo dice: «Que, en la actualidad, no obstante, los esfuerzos que se han realizado para fortalecer al magisterio nacional en cuanto a las capacitaciones y profesionalización, es necesario crear un Instituto Nacional de Formación Docente, el cual tenga por objeto,

entre otros, la formación inicial para los docentes, así como su capacitación permanente, a fin de mejorar continuamente la calidad educativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje».

Observamos que, tanto en el Salvador como en México, el perfil del docente es visualizado como carente de competencias adecuadas para desempeñar su función educativa. Caracteriza su práctica didáctica como un modelo tradicional, en donde el aprendizaje de los alumnos es memorístico, unilateral, pasivo y enciclopédico. Las innumerables reformas educativas y las adecuaciones curriculares al sistema educativo Latinoamericano revelan que lo anterior debe evolucionar. De modo que las creencias sobre la práctica docente actual deben representar cambios importantes, consideramos por tanto determinante la participación de los



Figura 2:
Observatorio de matemática, Centro de Formación Docente, Región Occidental El Salvador, C.A. Fuente. Abel Rojas Aguirre 2019.



ministerios de educación para lograr un avance significativo en este rubro.

Ante esta realidad nos preguntamos: ¿cuáles son las competencias profesionales que debería poseer todo docente?, ¿cómo se deben formar el maestro en ellas? Conceptualizamos a la palabra competencias como el conjunto de capacidades y habilidades que pueden permitir a un docente, afrontar los problemas durante su ejercicio profesional, en el antes, durante y después del acto educativo con sus estudiantes. Esto resulta relevante desde el momento en que conforman sus creencias en torno al desarrollo de la práctica, basada únicamente en su experiencia y en la formación que ha tenido a lo largo de su ejercicio profesional de manera libre.

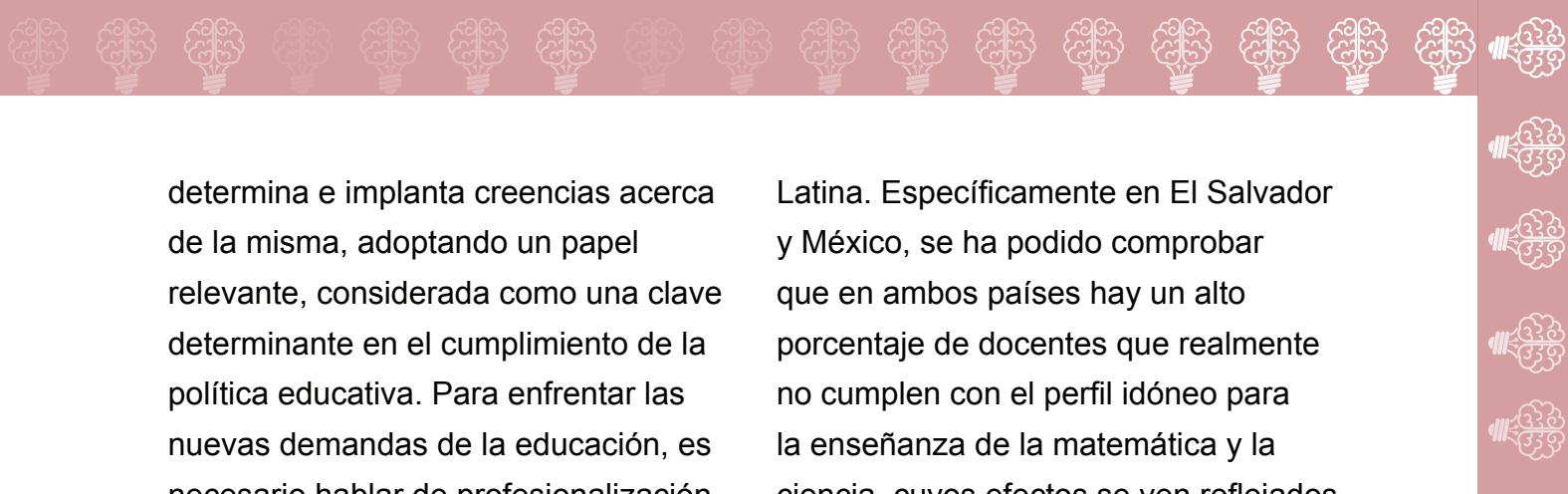
Perrenoud (2001), sustenta que la conformación de un perfil docente se funda en él mismo como docente, a partir de sus creencias y de su experiencia. No se trata de adoptar un concepto de competencias, dado que se presenta como una moda. Se trata de que los docentes hagan un alto total y analicen desde su desempeño la importancia que tienen en la práctica educativa. El docente del siglo XXI necesita sensibilizarse, e incluso comprometerse

para capacitarse y profesionalizarse de manera continua, para llegar a hacer de su profesión un arte.

El ejercicio educativo de los docentes debe entonces ser considerado como lo menciona Eirín (2009), un proceso en el cual los responsables, es decir, los profesores, estén en constante profesionalización y capacitación, dado que las condiciones del contexto y de la época, así lo exigen:

“La profesionalización no es un evento espontáneo o un estadio de gracia en el que se halla una ocupación, más bien, describe puntos a lo largo de un continuo, representando el grado en el que los miembros de una ocupación comparten un cuerpo común de conocimiento y utilizan estándares compartidos de práctica en el ejercicio de ese conocimiento, permitiendo que socialmente sea aceptada más como profesión que como simple oficio” (p.1).

La profesionalización puede influir en el replanteamiento de las creencias de los docentes que de múltiples formas impactan en la enseñanza. La profesión docente está conformada por una construcción histórica, lo que



determina e implanta creencias acerca de la misma, adoptando un papel relevante, considerada como una clave determinante en el cumplimiento de la política educativa. Para enfrentar las nuevas demandas de la educación, es necesario hablar de profesionalización docente, como un elemento fundamental que pretende el logro de una mejor calidad educativa (Pérez, 2014).

La Red Interamericana de Educación Docente (RIED) nos ha llevado a vivir experiencias muy interesantes, generadas con la debates, reflexiones, aportaciones, críticas y propuestas para resolver problemáticas en torno al desempeño docente y a la calidad académica que se viven en América

Latina. Específicamente en El Salvador y México, se ha podido comprobar que en ambos países hay un alto porcentaje de docentes que realmente no cumplen con el perfil idóneo para la enseñanza de la matemática y la ciencia, cuyos efectos se ven reflejados en los resultados de las pruebas estandarizadas que se aplican en ambos países (figuras 3 y 4).

En el caso de El Salvador, año con año, se refleja deficientes resultados con énfasis en matemática y ciencias naturales. Sin proponer con los resultados de la prueba PAES (Prueba de aprendizaje y aptitudes), se hace una readecuación curricular, que cambie resultados para el siguiente año.

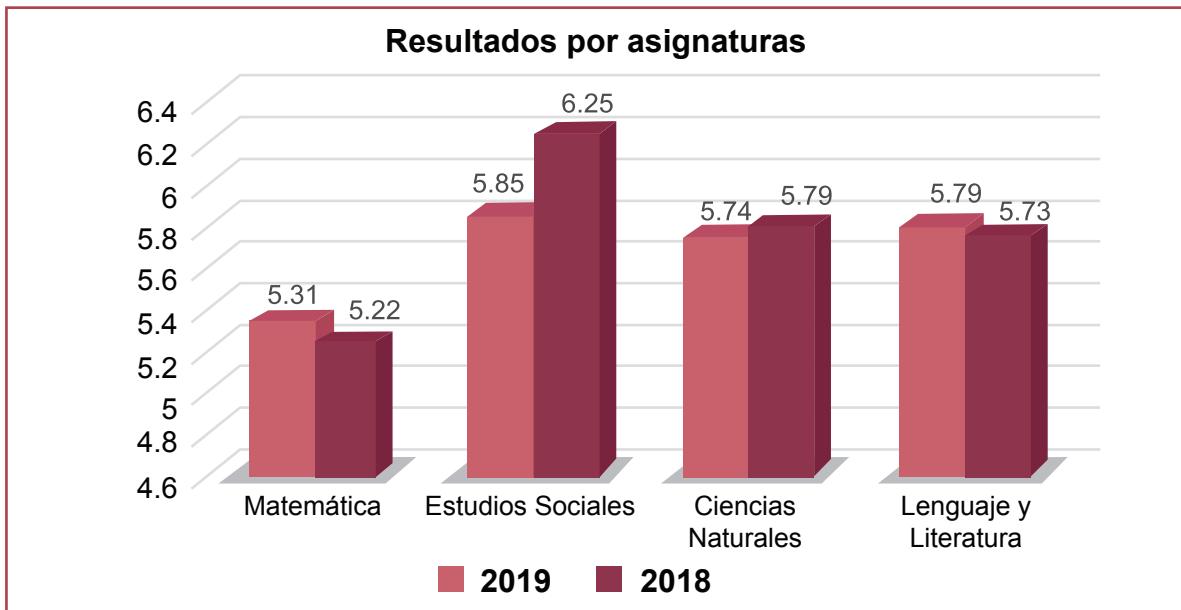


Figura 3. Gráfica comparativa resultados de PAES en los años 2018 con 2019.

Fuente: Informe de resultados PAES 2019. República del El Salvador.



México cada año refleja deficiencias en los resultados de ciencias y matemática en el examen PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos). Entre muchas variables intervientes

en el proceso y para los resultados, la formación y especialización del docente vendría siendo la actividad que sin duda mejoraría la calidad de la educación.

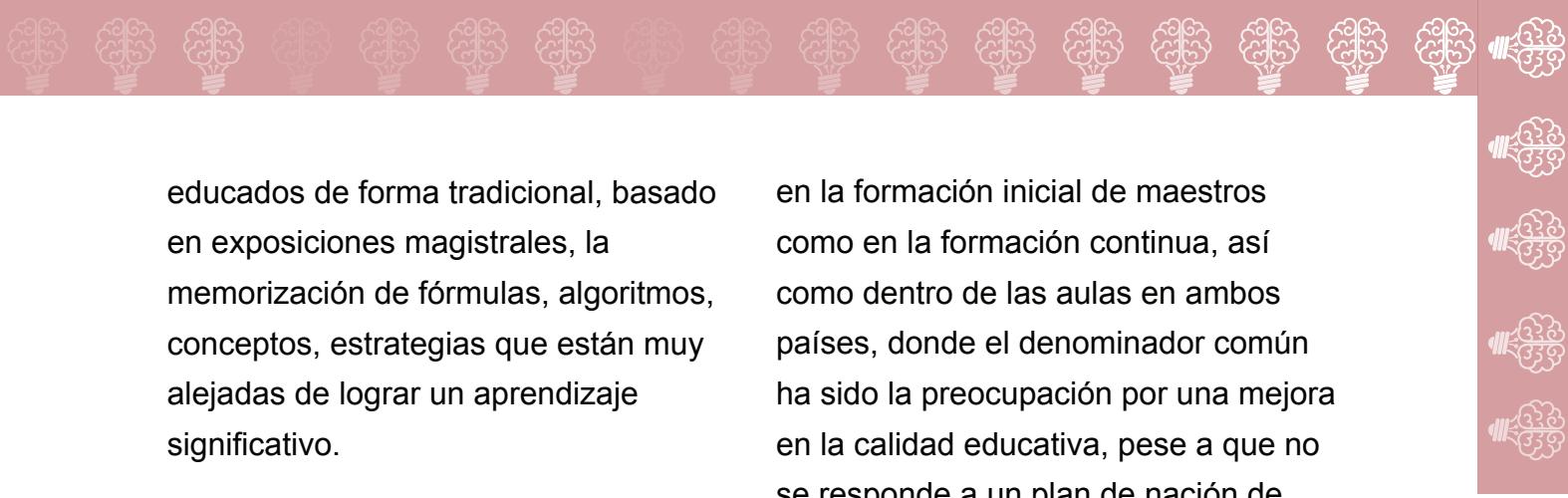
	Año	Lectura	Año	Matemática	Año	Ciencias
México	2009	422	2003	385	2006	410
	2009	425	2012	413	2015	416
OCDE promedio	2009	494	2003	499	2006	498
	2009	493	2012	496	2015	493

Figura 4. Resultados de desempeño en PISA 2000-2009 .de México Fuente: NCES, 2017 (siglas en inglés del Centro Nacional de Estadística de los Estados Unidos)

Desde esta perspectiva la RIED, se centra en la capacitación y profesionalización docente. Uno de los objetivos que promueve es el trabajo colaborativo con el objetivo de solucionar problemas de política y práctica relacionados con la formación docente en áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería, y matemáticas) desde la primera infancia hasta la educación secundaria (OEA-RIED, 2020).

El rol de la RIED es fundamentalmente ser un articulador de las capacidades existentes en las instituciones que colaboran consigo, y bajo esa premisa el grupo de maestros de los dos países en mención han logrado manejar la crítica y reflexión del quehacer educativo.

Como equipo, hemos podido concluir que México y El Salvador tienen realidades educativas semejantes, detectando que la principal problemática es dada las calificaciones que se obtiene en las asignaturas de ciencias y matemática. En el caso de El Salvador, tienen veinte años de realizar la prueba PAES y en el caso de México, quince años de realizar la prueba PISA. Los resultados son los mismos cada año y al filo de la reprobación; los alumnos no aprenden lo que deben aprender y los docentes, no enseñan lo que deben enseñar, provocando entre otros indicadores educativos, el rezago formativo. Paralelamente, los docentes tienen dificultades en la didáctica de la enseñanza de la matemática y las ciencias, ya que la mayoría fueron



educados de forma tradicional, basado en exposiciones magistrales, la memorización de fórmulas, algoritmos, conceptos, estrategias que están muy alejadas de lograr un aprendizaje significativo.

Es el epicentro de estas acciones lo que el equipo interdisciplinario expone, analiza, argumenta y busca dar posibles soluciones a las problemáticas educativas que se encuentran, proponiendo proyectos que apuesten a la mejora de las condiciones educativas de Latinoamérica y el Caribe, diseñando proyectos con estrategia STEM.

Hemos considerado como equipo interdisciplinario, que los entes responsables de las tomas de decisiones en el ramo de educación de cada uno de los países le apuesten al perfeccionamiento tanto de la formación inicial como en la formación continua en cada una de las especialidades de los docentes, tomando como base un modelo educativo humanista centrado en el estudiante, en su contexto, en cómo es evaluado, en lo que es aprendido. Es importante mencionar que las propuestas que se han mencionado surgen a partir de la experiencia profesional que cada uno de los integrantes hemos tenido, tanto

en la formación inicial de maestros como en la formación continua, así como dentro de las aulas en ambos países, donde el denominador común ha sido la preocupación por una mejora en la calidad educativa, pese a que no se responde a un plan de nación de políticas educativas continuas, porque estas dependen de la política educativa que aplique cada gobierno.

La enseñanza de la ciencia y la matemática, un método que debe evolucionar

Uno de los sectores más importantes para el desarrollo económico, político, social y cultural de los países es la educación. Es necesario e importante educar a los alumnos con actitudes, valores y habilidades como son: la curiosidad, el análisis, la autonomía y autocritica. Todas estas características propias del pensamiento científico, el cual permite plantear, entender y resolver problemas presentes en la sociedad actual, de ello se deriva la importancia de fortalecer la enseñanza de las ciencias y las matemáticas para beneficiar a la sociedad en la que estamos inmersos. Partiendo de que la



base incide en la educación en México, la profesionalización docente está a cargo de las normales rurales y la Benemérita Escuela Nacional de Maestros. En El Salvador, es la responsabilidad de las instituciones de educación superior en coordinación con el Instituto Nacional de Formación Docente.

.....

La enseñanza de la ciencia está dentro de los ejes medulares transversales que consideramos a lo largo de las problemáticas observadas en ambos países en el nivel primaria. La enseñanza de esta asignatura implica que los docentes conozcan el enfoque formativo centrado en los procesos del alumno, así como sus habilidades y actitudes para la mejora de procesos.

.....

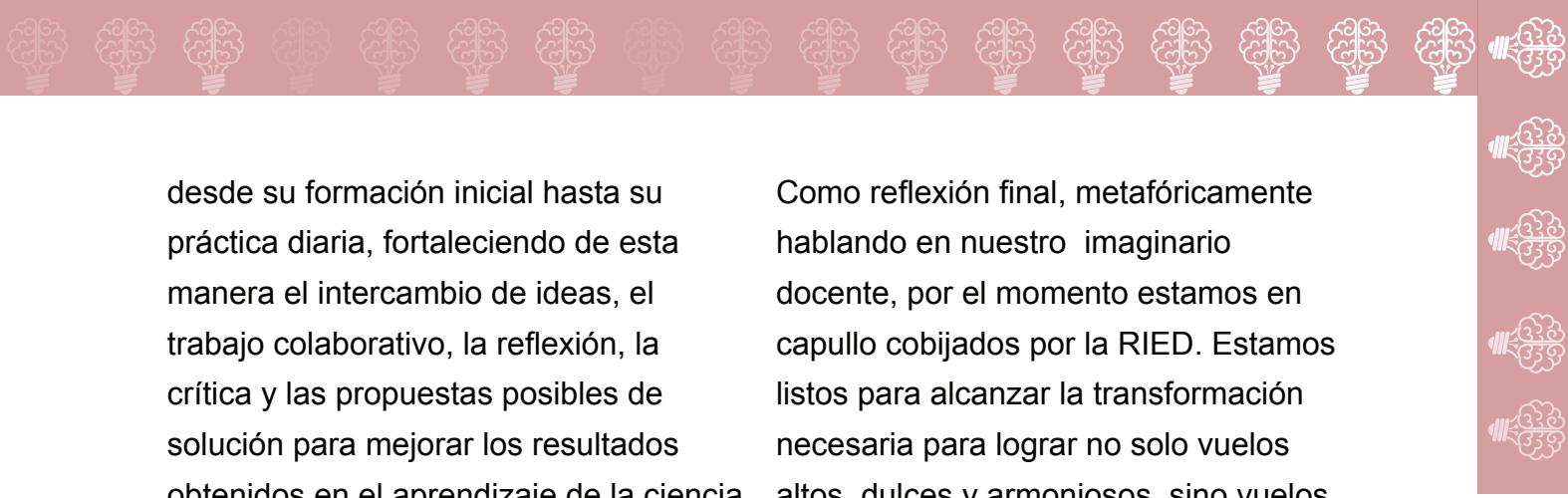
La ciencia y la matemática, entre otras disciplinas, forman parte de nuestra vida cotidiana un sistema abierto, por lo que todo profesor debe tomar en cuenta que una de las principales metas para con sus alumnos en educación de la ciencia y la matemática debe ser resolver problemas de la vida cotidiana. Para lograrlo, debe cambiar el modelo de la enseñanza tradicional en la que solo se trasmitten conocimientos acabados, por un modelo alternativo que permita lograr en sus

estudiantes un aprendizaje significativo. A partir de este modelo alternativo surge el descubrimiento, y las construcciones de conocimientos.

¡Metamorfosis docente, gran desafío!

Al fortalecer las conexiones pedagógicas de manera significativa, la RIED tiene un impacto no sólo pedagógico, sino social en beneficio de los pueblos latinoamericanos. Desde esta mirada, la RIED impulsa a mejorar la calidad del docente, aspectos tan deseados por nuestros pueblos, y que se quiere alcanzar propiciando encuentros entre docentes de los diferentes países de Latinoamérica, sirviendo como intermediarios para la construcción y propuestas de modelos educativos que conlleven a esa transformación y mejora de la calidad educativa. Cabe mencionar, que todo el aporte que el equipo puede dar no dará buenos resultados si los gobiernos de cada uno de los países no los toman en cuenta para realizar una verdadera transformación educativa.

El propósito fundamental del presente artículo es compartir para poder inspirar a otros docentes acerca de la importancia que tiene la profesionalización magistral



desde su formación inicial hasta su práctica diaria, fortaleciendo de esta manera el intercambio de ideas, el trabajo colaborativo, la reflexión, la crítica y las propuestas posibles de solución para mejorar los resultados obtenidos en el aprendizaje de la ciencia y la matemática. Indudablemente, esta es la implicación más profunda que hemos aprendido a lo largo de las reuniones de la RIED, concluyendo que el mayor aprendizaje docente es el que se genera entre docentes para el profesorado, repensando a cada momento nuestro rol dentro y fuera del aula.

Como reflexión final, metafóricamente hablando en nuestro imaginario docente, por el momento estamos en capullo cobijados por la RIED. Estamos listos para alcanzar la transformación necesaria para lograr no solo vuelos altos, dulces y armoniosos, sino vuelos que nos permitan disfrutar de bellos jardines académicos, acariciando el viento con nuestras coloridas alas, impulsando el logro de lo más maravilloso que la vida docente puede tener que es la libertad del ser, hacer, conocer y del compartir. Sobre todo, aspiramos a tener autonomía de pensamiento para alcanzar lo más sublime de la vida que es el ser feliz.

Referencias

- Eirín Nemiña, R., García Russo, H. M., y Montero Mesa, L. (2009). Profesores principiantes e iniciación profesional. Estudio exploratorio. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*. Vol 13 Nº 1, 2009 pp 101-115
- Monereo, C. (2011). Las competencias profesionales de los docentes. *Revista Profesorado* Vol 16 Nº 1 Enero –abril 2012, pp 1-23. España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Pérez Ruiz, Abel La profesionalización docente en el marco de la reforma educativa en México: sus implicaciones laborales. *Revista El Cotidiano* 2014 .Nº184, p p 113 – 120



Perrenoud, P. (2001). La formación de los docentes en el siglo XXI.. *Revista de Tecnología Educativa* (Santiaho-Chile) 2001 , XIV, Nº 3 .pp 503-523

SEP. (2016). *Evaluación del Desempeño Docente y Técnico Docente en Educación Media Superior. Ciclo Escolar 2017-2018. Perfil, parámetros e indicadores para docentes* de la Coordinación Nacional del Servicio Profesional Docente de la Subsecretaría de Educación Media Superior, señala que, de acuerdo con la Secretaría de Educación Pública del país. Recuperado 15 de Octubre de 2020 <http://servicioprofesionaldocente.sep.gob.mx/portal-docente-2014-2018/ms/permanenciadocentes2017/inicio/>

Tenti Fanfani, E. (2007,maio/ago). Consideraciones sociológicas sobre profesionalización docente. *Revista Edu. Soc., Campinas*, Vol 28, Nº 99 pp 335-353

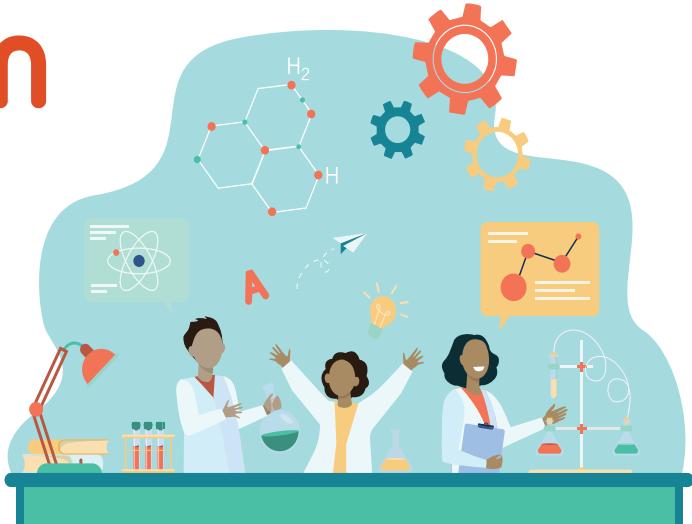
CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Caldiño Mérida, E.; Duarte Sandoval, D. A.; Rojas Aguirre, A.; y otros. (Febrero de 2021). Metamorfosis docente: desafío para la profesionalización. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1), 45-54. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>



FORMACIÓN STEM

en docentes de química en República Dominicana



Por: Sandra Guerrero Rodríguez.

Título: Formación STEM en docentes de química en República Dominicana.

Resumen: En la región Este de República Dominicana, se ha iniciado una capacitación a través de talleres a los docentes de química del nivel secundario, se desea promover una mejora en sus prácticas pedagógicas, habilidades experimentales y, en el conocimiento de la instrucción bajo STEM, apoyados en un manual de prácticas que utilizan materiales de bajo costo. En este trabajo se reportan los resultados de implementación de la experiencia, llevada a cabo con 100 docentes de 10 distritos educativos. Después del taller, fue visto que los docentes tienen una percepción más clara sobre STEM, están buscando formas de mejorar su práctica.

Palabras clave: Docentes, prácticas de laboratorio de química de bajo costo, STEM.

Abstract: In the East region of Dominican Republic, a workshop training was performed to Chemistry Teachers in secondary school level. The goal is to improve their pedagogical practices, experimental skills and, under the knowledge under the STEM instruction. In this paper are reported the results of this project, applied to 100 teachers in 10 educational districts. After the workshop, it was found that teachers that have a clearer perception of STEM are looking for ways to improve their teaching practices.

Key words: Teachers, low-cost chemistry lab practices, STEM.

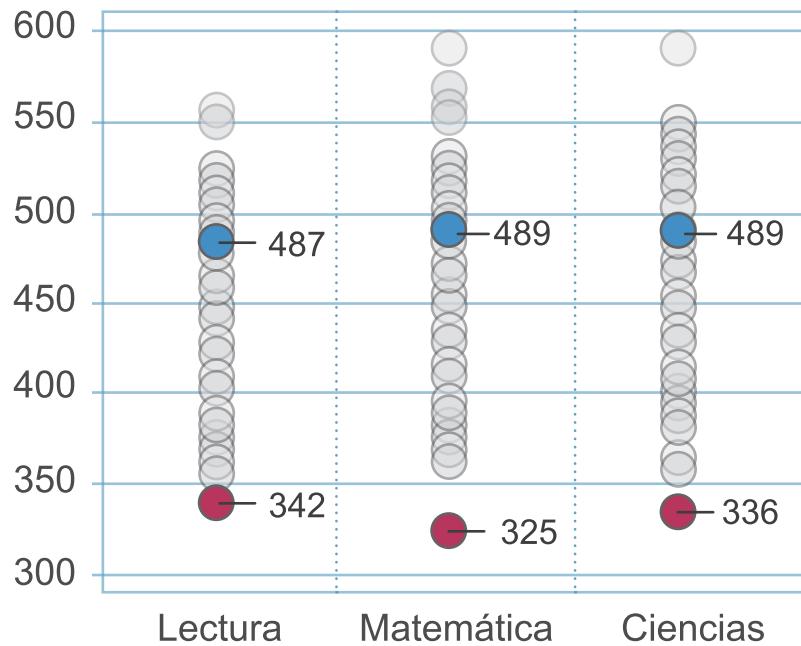


Retos en la educación en República Dominicana

La calidad de los profesores es fundamental para mejorar el aprendizaje de los alumnos, por eso, se están transformando los sistemas educativos de algunos países de América latina y del Caribe. Formar el capital humano es un desafío para la región. Las reformas a las políticas públicas en materia de educación hacen hincapié en buscar formas de elevar la calidad educativa, y se cree que depende en gran medida de la formación y competencias de nuestros docentes.

En la República Dominicana, se ha obtenido un bajo nivel de desempeño de los estudiantes en la prueba PISA en diferentes años de aplicación. Aunque comparado con estas pruebas, hubo una mejora en el 2018, los puntajes obtenidos por los estudiantes estuvieron muy por debajo del promedio y se ocupó el último lugar de la tabla, como se observa en la figura 1. Esto hace urgente crear condiciones para mejorar la calidad del aprendizaje y ampliar las capacidades en nuestros estudiantes, en las áreas de evaluación de la prueba: ciencia, matemáticas y lectura.

Puntajes



El círculo azul es el promedio, el círculo rojo, representa a República Dominicana. Cada círculo es un país.



Por tanto, los docentes, deben adquirir conocimiento en sus disciplinas, como la enseñanza en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés). El fortalecimiento del trabajo del docente a través del mejoramiento de sus habilidades instruccionales puede facilitar su práctica docente, ayudar a formar estudiantes con habilidades de pensamiento crítico y permitirles identificar problemas y proponer soluciones. Los docentes pueden alentar a los estudiantes a que eventualmente estudien carreras dentro de las áreas STEM, lo cual tiene el potencial de tener un impacto positivo en las economía de los países y contribuir al desarrollo social.

Tener buenas prácticas pedagógicas es sin duda una necesidad y el sueño

de muchos docentes de las Américas. Recientemente se han incluido en el currículo prácticas docentes que le brinden a los estudiantes de pedagogía mejores oportunidades de empleo y un salario digno. Aunque se han presentado avances, aún se tienen tareas pendientes en materia de desarrollo docente (Fiszbein y et al, 2015), sobre todo cuando se trata de la enseñanza de las ciencias.

Es común ver que los maestros usan el pizarrón (figura 2) más frecuentemente que otros recursos, como las tecnologías. Los docentes a menudo desean realizar mejor su trabajo, pero les resulta difícil cuando no cuentan con recursos.

En el aula, encontramos alumnos de distintas edades y niveles de



Figura. 2. Liceo Nocturno Tiburcio Millán López 2020. Elaborado Sandra G (2020).



conocimiento. Los docentes mejor capacitados aplican otras estrategias de enseñanza aprendizaje donde los estudiantes trabajan colaborativamente, en la solución de problemas, o en el desarrollo de proyectos; aprenden haciendo y, a través de las discusiones, lo que les permite analizar diferentes perspectivas de una solución. Una actividad de esta naturaleza se muestra en la figura 3.

En países de América Latina y el Caribe, la situación es muy similar. Se están haciendo esfuerzos para capacitar a los docentes, pero estas reformas no pueden resultar exitosas, sin el convencimiento y participación de los profesores cuando existe reticencia para abordar nuevas perspectivas de enseñanza. Me encuentro convencida que cuando se ponen en

práctica metodologías, estrategias de enseñanza, reconocen que favorecen el proceso y ven la forma en que se impacta en sus estudiantes. Se rompen barreras que limitan ese desarrollo profesional, especialmente cuando esas experiencias adquiridas son transmitidas por un colega. El trabajo entre pares, o bajo mentoría de otros docentes, parece ser una forma de inspirar a enfrentar los retos y obtener resultados.

El liderazgo y la formación docente

El papel de los docentes-mentores es estratégico para implementar soluciones integrales contextualizadas que superen los enfoques parciales basados en las ideas que es posible mejorar la educación con solo impartir cursos de formación docente. La construcción



Figura 3. Colegio Inmaculado Corazón de María 2020. Elaborado por Sandra G. (2020).



de una visión compartida alienta el compromiso de los docentes. Se hace necesario dar voz a los distintos actores del sistema educativo para que se sientan escuchados y puedan tener espacio para salir de sus trincheras y se vean a sí mismos como parte del sistema.

Los problemas endémicos dentro de la educación en República Dominicana son sistémicos y una sola estrategia no lo resolverá. Los líderes de políticas educativas deben de llevar a la mesa de diálogos a los docentes más experimentados, ya que ellos son clave para aportar soluciones, pues conocen la realidad y el contexto de lo que ocurre en las aulas. Para lograr encaminar los esfuerzos de las autoridades educativas a encarar y organizar el sistema educativo más eficientemente, con las acciones que actualmente se llevan a cabo como: la actualización profesional, educación continua y servicios de carrera profesional docente; estos procesos fomentan el cambio, permiten el desarrollo del aprendizaje significativo y ofrecen a los profesores un conjunto de herramientas para lograr objetivos de aprendizajes para sus cursos. Por tal razón, se deben replantear las prácticas educativas y encausarlas para que los profesores puedan promover la

formación de estudiantes autónomos y con habilidades cognitivas de orden superior más desarrolladas (Romero y Quesada, 2014, p. 102).

Con estos fines, he trabajado para expandir oportunidades para la capacitación docente, como talleres, cuyo objetivo es mejorar las habilidades experimentales y el trabajo de laboratorio de química, bajo un enfoque en STEM. Fui invitada a formar parte del cuerpo de capacitadores, debido a que actualmente, soy parte de un programa de formación docente internacional, un “Teacher Fellowship”, un proyecto de la Red Interamericana de Educación Docente (RIED) de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Este proyecto es financiado por la Misión Permanente de los Estados Unidos ante la OEA con el propósito de mejorar la calidad de la educación a través de la formación de líderes educadores con conocimientos en STEM y bajo un enfoque de equidad de género.

Como *Docente Fellow*, he tenido la oportunidad de aprender sobre metodologías de aprendizaje activo,



recursos educativos como simuladores PhET (<https://phet.colorado.edu/es/>), así como la planeación didáctica para promover pensamiento crítico, bajo un enfoque en STEM. La formación intenta llevar al docente a una posición de liderazgo dentro del aula, pero también, de invitar a otros a desarrollar sus capacidades como líderes. Ahora tengo la oportunidad de proponer actividades que impacten en la mejora de la calidad de la educación en las Américas. Este programa de capacitación forma parte del plan de liderazgo docente que he propuesto.

La implementación de los talleres

¿Por qué STEM? STEM promueve el análisis de situaciones, la experimentación y otras habilidades del pensamiento, a través de la solución de problemas, más allá que solo aprender contenidos científicos de manera aislada. ¿Por qué química en STEM? Seleccioné esta disciplina para motivar a los docentes a proponer actividades experimentales, con recursos de bajo costo, y que a través de prácticas sencillas se aborden problemas de química de manera sencilla.

La gestión de estos talleres estuvo a cargo de la dirección regional de educación. Se formó el primer grupo de 100 docentes pertenecientes a los centros sostenibles, quienes están trabajando por ejes, para recibir la formación establecida en la planificación regional, respondiendo al diseño curricular por competencia.

Estos talleres formativos tuvieron una duración de 36 horas, distribuidas en 4 sesiones semanales de 9 horas cada una. La estrategia empleada fue de trabajo práctico colaborativo con un enfoque activo constructivista. Previamente se elaboró un manual con prácticas experimentales, algunas tomadas de libros de texto, pero adecuadas al enfoque STEM.

Descripción de la estructura del manual

El manual consta con una presentación, un índice general e indicadores de logros. Su objetivo es permitir una experiencia que lleve a cada docente a aplicar el método científico durante la ejecución de las prácticas, pero con un enfoque metodológico de trabajo colaborativo empleando STEM. Cada sección tiene un cuestionamiento,



información sobre el problema, materiales, procedimientos, registros de datos y actividades para poner a prueba las competencias desarrolladas durante la experimentación. El manual consta de 12 prácticas, y cada una cuenta con: título, objetivo, introducción, materiales, procedimiento y por último trabaja con los resultados.

Durante el taller, los docentes realizaron varias prácticas en un laboratorio,

tales como determinar carbohidratos, detección de azúcares reductores, identificación de lípidos, enlaces peptídicos, células vegetales, ADN, las cuales tendrán la oportunidad de, posteriormente, llevarlas a cabo con sus alumnos en sus respectivas aulas de clases. En la Figura 4 podemos ver a los profesores durante la capacitación, quienes participaron activamente en la experiencia.



Figura 4: Taller Laboratorio química 2020. Elaborado por Sandra G (2020)



Fue evidente durante los talleres el interés de los profesores por aprender. Durante cada actividad se pudo apreciar un cambio en sus actitudes, conforme realizaron las prácticas. Para saber más objetivamente sobre el impacto en sus conocimientos y percepción sobre la metodología y el manual, se aplicaron instrumentos como una entrevista, un cuestionario de preguntas abiertas y una escala de actitud tipo *Likert* para medir el interés sobre el taller. Además, se pudo evaluar el nivel de logro alcanzado por los participantes a través del llenado de una rúbrica evaluativa al final de cada sesión.

Hubo mejora en sus habilidades experimentales. Después del taller tienen una percepción más clara sobre STEM. Al inicio del curso preguntamos cuántos profesores habían escuchado el término STEM. Solamente el 5% respondió que sí, y de ellos, el 3% afirmó conocer cómo se implementa en el aula.

Conclusiones

Es necesario realizar un diagnóstico más profundo para conocer las necesidades de formación en STEM en los docentes de República Dominicana. Las habilidades experimentales y los

conocimientos disciplinares de química que se requieren cuando se trabajan en STEM, son de mayor exigencia. De aquí que la capacitación en estas áreas es una tarea pendiente. Para facilitar esta reproducción de saberes, es importante formar comunidades de docentes que fortalezcan su práctica a través del trabajo entre pares.

Algunas lecciones aprendidas de estos talleres son las siguientes:

- Con la utilización de productos de uso cotidiano se pueden realizar prácticas de laboratorio.
- Los docentes expresaron que aplicarán sus nuevas habilidades en el aula, poniendo en práctica lo aprendido. Estos sienten una gran motivación para experimentar en cada tema del currículum.
- Los docentes reconocieron que los estudiantes adquieren bajo este enfoque una mayor y mejor asimilación de los conceptos de química.
- Los docentes creen que este enfoque favorecerá en sus estudiantes su inclinación por carreras STEM.



Gracias a este tipo de actividades, se están dando los primeros pasos en el uso de STEM dentro de las prácticas de

laboratorio y parece ser una puerta para mejorar la calidad del aprendizaje de las ciencias.

Referencias:

OCDE. (2018). *Informe de la Prueba Pisa*. Recuperado de https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_DOM.pdf

Fiszbein, A. Caraballo, D. E., García, J.A. Rodríguez, A. Ortega, T. Sucre, F. Sena, S. (2015). *Informe del Progreso educativo, ¡Decididos a mejorar!* Editorial Acción Empresarial por la Educación, Santo Domingo, República Dominicana. Recuperado de <http://www.educa.org.do/wp-content/uploads/2016/07/AF-Informe-Progreso-Educativo-EDUCA.pdf>

AL Frega. (2002). *Cuadernos interamericanos de investigación científica*. Revista UNAM, Mx.

Crosser.K.(1994). *El adolescente y sus trabajos*. Resumen elaborado para el curso OE 1103.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Guerrero Rodríguez, S. (Febrero de 2021). Formación STEM en docentes de química en República Dominicana. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1), 55-63. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>



EXPERIENCIAS EDUCATIVAS QUE INTERPELAN

Título: Experiencias educativas que interpelan

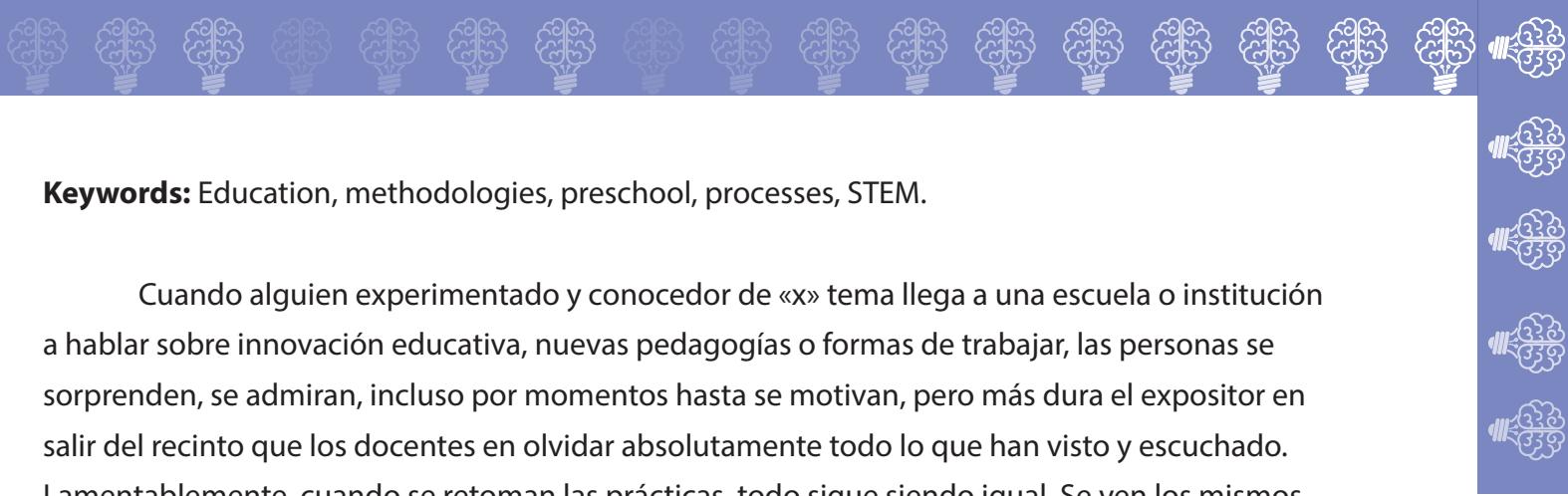
Por: Leila N. Alarcón González

"El secreto del maestro es saber reconocer la distancia entre el material enseñado y el sujeto a instruir, la distancia también entre aprender y comprender." Jacques Rancière.

Resumen: Reflexiones acerca de la educación. Confrontaciones entre lo que está escrito y lo que sucede en la realidad de las prácticas, innovaciones pedagógicas, desafíos constantes, una mirada amable y cercana a las áreas STEM; son el camino para la comprensión, la búsqueda de procesos pedagógicos basados en la investigación y en el protagonismo de los estudiantes a partir, de un aprendizaje a través de la interacción, la curiosidad y el planteamiento de problemas. Con la finalidad de aportar a las sociedades seres críticos y pensantes frente al mundo y la vida que les rodea.

Palabras clave: Educación, metodologías, preescolar, procesos, STEM.

Abstract: Reflections on education, confrontations between what is written and what happens in the reality of practices, pedagogical innovations, constant challenges and a friendly and close look at STEM areas. They are the way to understand and search for pedagogical processes based on research and on the protagonism of students, based on learning through interaction, curiosity and problem-solving, which ultimately contributes to societies, are critical and thinking beings facing the world and the life that surrounds them.



Keywords: Education, methodologies, preschool, processes, STEM.

Cuando alguien experimentado y conocedor de «x» tema llega a una escuela o institución a hablar sobre innovación educativa, nuevas pedagogías o formas de trabajar, las personas se sorprenden, se admirán, incluso por momentos hasta se motivan, pero más dura el expositor en salir del recinto que los docentes en olvidar absolutamente todo lo que han visto y escuchado. Lamentablemente, cuando se retoman las prácticas, todo sigue siendo igual. Se ven los mismos temas, los abordan de la misma manera, utilizan los recursos de siempre y al final lo único que interesa es poder cumplir con lo necesario. La gran pregunta es: ¿por qué ocurre esto?

Una gran hipótesis podría ser que más allá de hablar, recordar experiencias y registros fotográficos, lo que debe existir es el ejemplo, en otras palabras, demostrar que aquello que se expone, realmente funciona. Después vendrán otros factores como el gusto, el interés, el sacrificio y hasta el mismo deseo de generar cambios en la labor. Esto depende básicamente del propio docente. Es tan sencillo como que, cuando algo no gusta, simplemente no se consume y lo mismo sucede en el ámbito educativo. Es más, de forma arriesgada, diría que antes de todo lo anterior, está aquello relacionado con la conciencia, el pensar que verdaderamente la educación merece ser transformada día a día respondiendo a las necesidades del momento de cada sociedad.

En este sentido, hablar sobre educación es adentrarse en un tema profundo, amplio y complejo, precisamente porque es dinámico, cambiante e incluso relevante en el desarrollo de las sociedades. Por ende, no es suficiente con estudiar y conocer respecto del tema. Es de suma importancia actualizarse, para conocer las necesidades y las oportunidades que se pueden hallar, descubrir a través de ella, contemplando al mismo tiempo las dificultades, las barreras que van apareciendo, que con aciertos y desaciertos se pueden ir superando.

Es importante brindar una mirada a la gran gama de niveles educativos que existen. Por ejemplo, uno de ellos es la educación preescolar; tan importante como el resto, pero en ocasiones olvidada o relegada, muchas veces a causa de las políticas o las directivas de las instituciones de los y las docentes. Por ello, es pertinente mencionar que la educación preescolar o también denominada primera infancia o educación inicial. Estos niveles han sido pensados con mayor seriedad solamente en los últimos años, a pesar de que en documentos se encuentre por escrito desde varios años atrás. Aún así, actualmente se consideran y se llevan a cabo políticas, estrategias y acciones que tienen por objetivo el desarrollo integral de los niños y las niñas entre los 4 y los 6 años.



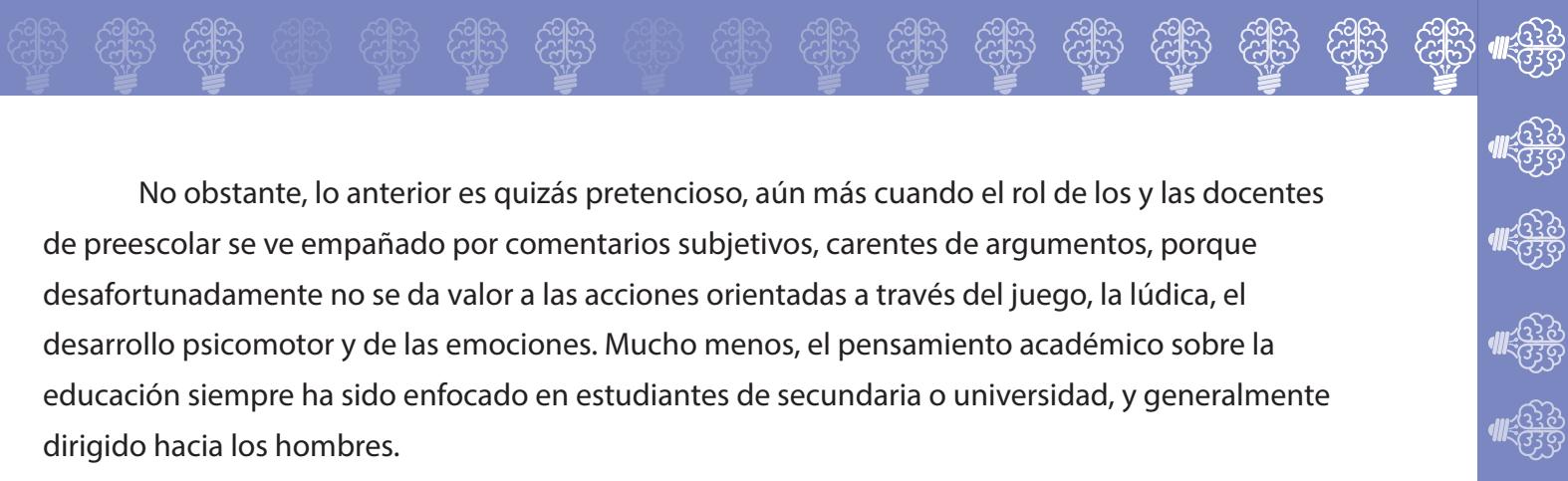
De esta manera en Colombia, por ejemplo, en el año 1984 el Ministerio de Educación Nacional (MEN), dentro de su Plan de Estudios definió el objetivo de la educación preescolar para las infancias de estas edades en torno a: «desarrollar integral y armónicamente sus aspectos biológicos, sensomotor, cognitivos y socio afectivos, en particular la comunicación, la autonomía y la creatividad, con ello propiciar un a prestamiento adecuado para su ingreso a la Educación Básica» (MEN, 1984, p. 20).

Es decir, la educación y formación en estas edades se proyectan cruciales para todos los demás desarrollos que deben lograr, ya que son los cimientos de todos los aprendizajes y por ello se le debe dar prioridad. Sin embargo, como ya se había mencionado, no siempre lo que está en el papel, sucede en la realidad. Por lo tanto, resulta oportuno analizar el panorama desde lo que está escrito, también considerar las prácticas dentro y fuera del aula. En efecto, debería existir una total sintonía entre los objetivos de la educación inicial y la manera cómo se planea cumplirlos, es decir, las estrategias, metodologías, herramientas y demás elementos relacionados.

Como resultado, es posible encontrar una amplia variedad de oportunidades que podrían aportar a una excelente educación preescolar como el trabajo en torno a las áreas STEM para abordar de alguna manera lo fundamental desde la primera infancia, ahondar en temas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, teniendo en cuenta que las ganancias pueden girar en torno a la formación de pensadores críticos, autónomos, interesados por el mundo que los rodea, capaces de comunicarse e interactuar bajo diferentes situaciones y contextos, seres que escuchan pero que también se animan a preguntar. Las Figuras 1 y 2 muestran como una exploración común de plantas en el aula preescolar se pueden convertir en una exploración más amplia de nuestro papel para la presevación del medio ambiente.



Imagen ilustrativa de aprendizaje. Letras de colores.



No obstante, lo anterior es quizás pretencioso, aún más cuando el rol de los y las docentes de preescolar se ve empañado por comentarios subjetivos, carentes de argumentos, porque desafortunadamente no se da valor a las acciones orientadas a través del juego, la lúdica, el desarrollo psicomotor y de las emociones. Mucho menos, el pensamiento académico sobre la educación siempre ha sido enfocado en estudiantes de secundaria o universidad, y generalmente dirigido hacia los hombres.

Por supuesto, bajo todos los anteriores criterios, se convierte en un verdadero desafío generar cambios desde el aula, abordar temáticas relacionadas con STEM, tomar el pensamiento crítico como eje de la labor, o generar pequeños cambios en las prácticas teniendo en contra, factores como el contexto, los recursos, los colegas o las directivas. Se debe ser hábil y lograr poner a favor al menos a dos de ellos, con carácter, responsabilidad para tomar decisiones, riesgos para iniciar, avanzar, continuar y, sobre todo, no desistir.

Para lograr ello, no solo es necesario el STEM, pensar que es el único camino para alcanzarlo. Más allá, es reflexionar en torno a la dinámica del aprendizaje, evolucionar en lo que significa aprender y enseñar, que sobrepasa el hecho de transmitir, recibir en un solo sentido. Se trata de poder compartir experiencias en las que tanto docentes como estudiantes pueden tener participación e intervención; entonces, se puede decir que, el aprendizaje se convierte realmente en aprendizaje cuando este involucra al niño, cuando él es protagonista y autor de su proceso. En ese aspecto Freire (2018) afirma que «los profesores deben tomar las inquietudes de los estudiantes, sus dudas, sus curiosidades y su relativa ignorancia como desafíos [...] La curiosidad y la expresividad del estudiante a veces pueden sacudir la seguridad del profesor» (p. 67)



FIG 1

Figura 1. Proyecto de aula "Súper héroes de las plantas" y las preguntas esenciales de la unidad. Elaborado por Leila Alarcón (2019).



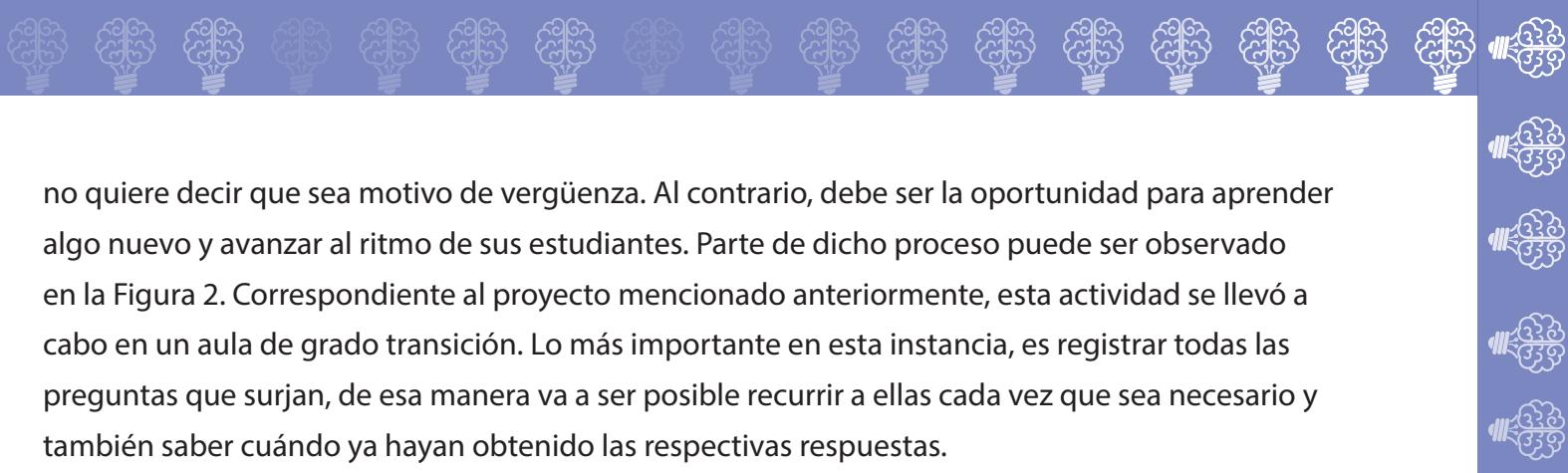
Es decir, aquellos maestros y maestras que sienten que poseen la verdad absoluta, deberían evolucionar en ese concepto si realmente quieren generar transformaciones en sus procesos educativos. Es de suma importancia valorar las preguntas de los estudiantes y saber orientarlos para que ellos mismos generen más preguntas y puedan llegar a encontrar las respuestas.

Si la idea es emprender o profundizar en procesos educativos reveladores con mayor sentido, es necesario pensar y actuar frente a diversos pasos, que frecuentemente se pasan por alto, o, si se hacen, es de forma sencilla, poco profunda y con escasa responsabilidad. Muchas veces se desconoce el gran valor pedagógico e investigativo de las prácticas educativas. En ese sentido es conveniente recurrir a uno de los tantos aprendizajes y experiencias que gané como miembro de la Red Interamericana de Educación Docente de la Organización de los Estados Americanos (RIED-OEA). Gracias a las conferencias, conversatorios, interacciones, incluso las visitas a diferentes instituciones, fue posible observarlos y reconocer su riqueza y funcionalidad.

El primero de esos pasos tiene que ver con el «tiempo para observar» muy importante, pues de allí se generan otros procesos que pueden conducir a valiosas experiencias y grandes aprendizajes. Tanto los estudiantes como los y las docentes deben tomarse este tiempo, preguntarse, expresar sus ideas, pero también escuchar las de los demás. Este lapso podría ser muy valioso al inicio de cada sesión, clase o proyecto, pero también cada vez que se requiera utilizarlo, ya que es posible descubrir nuevos detalles en cada observación.

Cuando se ha dado el momento para observar, entonces se da espacio a la experimentación, que generalmente solo se permite a los estudiantes más grandes y en espacios específicos, pero puede darse en cualquier momento y lugar, con elementos del entorno, aquellos que hacen parte de la cotidianidad. Para ello es necesario presentar en el ambiente de las clases, elementos que despierten la curiosidad, el asombro y que generen provocaciones. Esta parte es posible observarla en la figura 1 del proyecto de aula «Súper héroes de las plantas» en donde fue posible la interacción y manipulación de la tierra, las semillas y otros materiales. Cuando se da una curiosidad, se abre la puerta a la imaginación y al interés por aprender algo nuevo y disfrutarlo.

Después del anterior paso, aparece la oportunidad de generar hipótesis e incluso comprobarlas. Aunque la palabra «hipótesis» parece enunciar un asunto complicado y propio de los adultos, es posible en los más pequeños a partir de preguntas que surgen espontáneamente o de un hecho específico. En este punto puede ocurrir algo muy interesante. Es posible que el maestro no conozca las respuestas, lo que



no quiere decir que sea motivo de vergüenza. Al contrario, debe ser la oportunidad para aprender algo nuevo y avanzar al ritmo de sus estudiantes. Parte de dicho proceso puede ser observado en la Figura 2. Correspondiente al proyecto mencionado anteriormente, esta actividad se llevó a cabo en un aula de grado transición. Lo más importante en esta instancia, es registrar todas las preguntas que surjan, de esa manera va a ser posible recurrir a ellas cada vez que sea necesario y también saber cuándo ya hayan obtenido las respectivas respuestas.

De allí se deriva el siguiente paso, la sistematización. Esta se debe interpretar como la captura de información, preguntas, discusiones de los niños y todo lo que puede ocurrir en las sesiones o clases. La sistematización debería volverse un hábito en los maestros y maestras para que les permita recuperar información, volver al momento, recordar hechos y situaciones y rescatar detalles cruciales. Se puede hacer a través de la escritura, o también a partir de fotos y videos. Es indispensable que todo el proceso quede registrado, no sólo para dar continuidad a la investigación, sino porque al final las memorias reflejarán el esfuerzo y trabajo de los estudiantes, dejando ver el camino recorrido en cada experiencia.

Al detenerse a pensar sobre los anteriores pasos, como personalmente se han definido, y continuar hacia las características de cada uno de ellos, puede que ya no resulte tan complicado e inalcanzable buscar procesos de investigación en el aula. Analizando esto, desde la experiencia personal, podría decir que sería un buen preámbulo para motivarse a probar otras maneras de enseñar y aprender a la vez en cualquier área y nivel educativo. Sin embargo, cuando ocurre con una maestra de preescolar a cargo de niños y niñas de 4 y 5 años, incluso de menores edades, y pensar abordar las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, pueden darse dos perspectivas. La primera es anular cualquier posibilidad de lograr éxito en la práctica de dichas áreas. La segunda es reflexionar sobre lo que ya se viene dando en las clases e intentar darle sentido, orden e importancia a temas que hacen parte de la vida real y que además preparan para vivirla, comprenderla y afrontarla.

Retomando lo anterior, respecto a la segunda perspectiva que parece ser la más conveniente, vale la pena revisar aspectos relacionados con la experiencia y las áreas STEM en el nivel preescolar. Al empezar a desglosar la sigla, la primera letra, «S», representa a las ciencias, en la cual resulta fácil deducir temas como los seres vivos, la naturaleza, el cuerpo humano, los valores éticos y en general aspectos de las sociedades. Continuando, aparece la letra «T» de tecnología, que siempre se asocia a los medios de comunicación, los aparatos electrónicos, las visitas a las



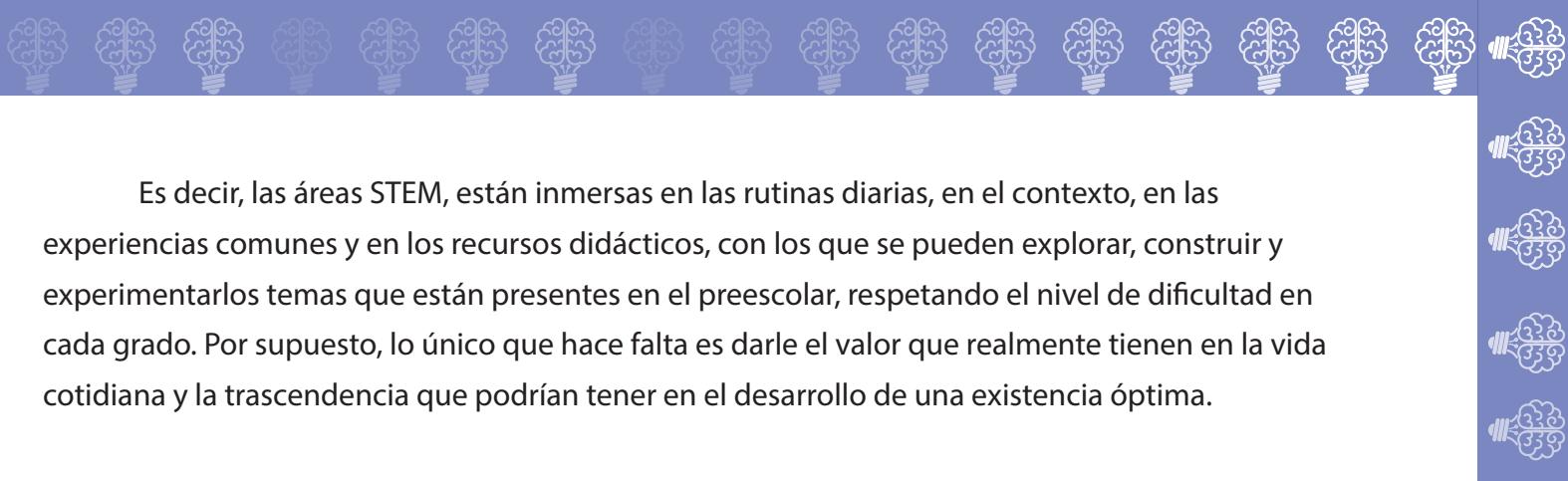
salas de sistemas para conocer las partes básicas de un computador y procesos sencillos de apagar/encender o el manejo de ciertos programas. En el orden de la sigla, seguiría la «E», pero en esta ocasión estará al final, porque primero se va a hacer referencia a las matemáticas, «M», que naturalmente siempre están relacionadas con cantidades, símbolos, conteo, asociaciones, agrupaciones y procesos como la clasificación, seriación, análisis y deducción. Finalmente aparece la ingeniería. Esta no se dejó de últimas por su valor, sino porque para algunos, el hablar de ingeniería es bizarro, aún más en procesos educativos de la primera infancia. Por ello mismo, resulta pertinente aterrizar dichos conceptos al contexto y las edades, reconocer que muchas veces son más grandes los prejuicios que los verdaderos significados, reflejando limitantes o barreras difíciles de superar. En ese sentido, merece ser revisado a grandes rasgos lo que define el Boston Children's Museum (2013) respecto a las áreas STEM:

«La ciencia es una manera de pensar. La ciencia consiste en observar y experimentar, hacer predicciones, compartir descubrimientos, hacer preguntas y preguntarse cómo funcionan las cosas. La tecnología es una manera de hacer las cosas. La tecnología consiste en usar herramientas, ser inventivo, identificar problemas y hacer que las cosas funcionen. La ingeniería es una manera de hacer las cosas. La ingeniería consiste en resolver problemas, usar una variedad de materiales, diseñar y crear, además de construir cosas que funcionan. Las matemáticas son una manera de medir. Las matemáticas consisten en hacer secuencias (1, 2, 3, 4...), patrones (1, 2, 1, 2, 1, 2...), y explorar formas (triángulo, cuadrado, círculo), volúmenes (contiene más o menos) y tamaños (mayor o menor que).»(p.3).



FIG 2

Figura 2. Estudiantes hacen un exploración al aire libre en el proyecto de aula “Súper héroes de las plantas” Elaborado por Leila Alarcón (2019).



Es decir, las áreas STEM, están inmersas en las rutinas diarias, en el contexto, en las experiencias comunes y en los recursos didácticos, con los que se pueden explorar, construir y experimentarlos temas que están presentes en el preescolar, respetando el nivel de dificultad en cada grado. Por supuesto, lo único que hace falta es darle el valor que realmente tienen en la vida cotidiana y la trascendencia que podrían tener en el desarrollo de una existencia óptima.

Finalmente, en el ámbito educativo, lo más importante partemás allá de las herramientas, metodologías o estrategias que se decidan. Acciones como la valentía, la decisión, el compromiso, la creatividad y el amor por la profesión, son las que hacen que todos esos recursos tengan un sentido en procesos pedagógicos. Es a partir de la investigación que se aspira, para que sean más significativos y aplicables para la vida. Las prácticas educativas merecen ser pensadas y reevaluadasconstantemente, porque las circunstancias de la cotidianidad son impredecibles, y nunca se sabe en qué momento habrá un cambio o una necesidad diferente.

Un claro ejemplo, es la situación de confinamiento a raíz de la pandemia y es importante mencionarlo debido a lo abrupto y repentino de la situación,este suceso no dio tiempo para preparativos, los ámbitos de las sociedades, entre ellos, el educativo, tuvo que sobreponerse y continuar a partir de transformaciones y ajustes que permitieran dar continuidad a los procesos. Por supuesto, fue y es complejo, porque se deben dar alternativas y adaptaciones inesperadas que funcionen en alguna medida para que sobre la marcha se vayan perfeccionando, con la finalidad de buscar otras estrategias e innovar recursos. En efecto, pretender alcanzar todos los objetivos, lograr resultados plenamente satisfactorios, a la primera, puede ser complicado y frustrante. Por lo tanto, también debería ser una variable para tomar en consideración: la capacidad para reponerse ante la adversidad, interpretar las necesidades, jugar con los recursos y herramientas que se tengan a favor. Indiscutiblemente, no es lo mismo disfrutar de las dinámicas en la presencialidad, a interactuar a través de pantallas. El contacto y las conexiones personales y sociales siempre van a ser la mejor manera de establecer relaciones, generar emociones y sin duda alguna, propiciar aprendizajes.



REFERENCIAS

Boston Children's Museum. (2013). *Guía de enseñanza de STEM*. Boston: NationalGrid. Disponible en: https://www.bostonchildrensmuseum.org/sites/default/files/pdfs/rttt/stem/spanish/STEM_Guide_Spanish.pdf

Freire, P. (2018). *Por una pedagogía de la pregunta: crítica a una educación basada en respuestas a preguntas inexistentes*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2018.

Ministerio de Educación Nacional. (2014). *Serie de orientaciones pedagógicas para la educación inicial en el marco de la atención integral*. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S.A. Documento N°. 20 ISBN 978-958-691-625-7 p. 20.

¿CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO?

1. Alarcón González, L. N. (Febrero de 2021). Experiencias educativas que interpelan. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1), 64-72. Recuperado de <https://wwwmep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>



La pregunta en la mediación pedagógica

Título: La pregunta en la mediación pedagógica

Por: Ana Sofía Salguero López

Resumen: Este artículo tiene la intención de transmitir la importancia de la pregunta en la mediación pedagógica como una herramienta que se utiliza en las diferentes estrategias junto con los recursos para desarrollar habilidades necesarias en la vida, como el pensamiento crítico y la comunicación desde los primeros años en educación preescolar. Además, se menciona los niveles de pensamiento, se sugieren algunos ejemplos de preguntas que se pueden realizar de acuerdo con la rutina establecida en el aula. Se realiza una revisión bibliográfica para obtener la información y de acuerdo a la experiencia de aula.

Palabras clave: Interacciones, mediación pedagógica, pensamiento crítico pregunta generadora, retroalimentación.

Abstract: This article intends to convey the importance of the question in pedagogical mediation as a tool that is used in the different strategies together with the resources to develop necessary skills in life such as critical thinking and communication from the first years in education preschool. In addition, the levels of thinking are mentioned and some examples of questions that can be asked according to the routine established in the classroom are suggested. A bibliographic review is carried out to obtain the information and according to the classroom experience.

Keywords: Interactions, pedagogical mediation, critical thinking, generating question, feedback.



En mi recorrido de estudiante en la carrera de educación preescolar en la Universidad de Costa Rica tengo muy presente a varias profesoras, en diferentes cursos, que nos hablaban de la importancia del uso de las preguntas pedagógicas o generadoras para despertar en el niño el deseo y la curiosidad por conocer más, de una forma significativa. Sus comentarios eran siempre sobre que debíamos utilizar las cuestiones, que implicaba pensarlas, y era todo un arte saber plantearlas para que realmente provocaran en los niños un interés y sobre todo como docentes no temer enfrentar las respuestas y las dudas que nos pudieran hacer nuestros niños.

Después de casi 20 años de ejercer mi profesión, aún recuerdo esas palabras y creo firmemente que de verdad es todo un arte el saber usar las preguntas como una estrategia en la mediación pedagógica y principalmente en primera infancia. Les quiero compartir parte de mi aprendizaje, el cual aún sigo cada día, con los diferentes grupos, interiorizando sobre el uso de las preguntas generadoras en el aula.

La pregunta en la mediación pedagógica

Es un privilegio ser docente de primera infancia y tener esa misión de compartir la experiencia con los niños de preguntar y encontrar respuestas, no solo de contenidos curriculares, sino de la vida. Esto implica un reto, con cada grupo y cada estudiante estudiante, de acuerdo con el contexto de cada individuo, conociendo su realidad, sus habilidades, y propiciando un ambiente que permita los espacios para las preguntas entre los actores del proceso educativo (niños, docentes, padres de familia). Somos el primer eslabón en la educación formal, en donde las oportunidades que se brinde a los estudiantes van a ser determinantes para el éxito en los próximos años escolares.

La importancia de la pregunta en educación de acuerdo con Freud, mencionado por Araújo es que «Las preguntas ayudan a iniciar procesos interactivos de aprendizajes y solución de problemas, lo mismo que mantenerlos hasta cuando se logran los objetivos y se planteen nuevos problemas y nuevas situaciones de aprendizaje en este continuo trasegar que es la vida» (2005, p.116).

Muchas veces nos encontramos en nuestras aulas a niños que les asusta o genera angustia consultar. También en ocasiones nos encontramos docentes que se sienten incomodos o fuera de su zona de confort cuando los estudiantes realizan interrogaciones. Es necesario propiciar los espacios de preguntas como parte de la interacción diaria en nuestras aulas. Eso genera confianza en las relaciones, despierta un interés, curiosidad, y deseo por mantener una comunicación constante que favorezca el aprendizaje y el desarrollo de habilidades para la vida.



Además de generar una gran apertura al conocimiento, la pregunta nos puede ayudar a encontrar un ambiente armonioso y propicio para el aprendizaje (ver Figura 1). Es increíble todos los beneficios que nos puede brindar el sentirnos empoderados como docentes usando la pregunta como estrategia de mediación.



FIG 1

El dibujo es una forma de apoyo para brindar respuestas y propiciar un ambiente armonioso. Elaboración propia (2020).

Mediación pedagógica

Como docentes podemos marcar una gran diferencia en nuestros estudiantes, tratando de responder al compromiso que se nos pide en la Política Educativa (2017) de Costa Rica en donde nos invitan a «implementar estrategias educativas que refuerzen valores y logren el desarrollo de competencias, estimulen la curiosidad intelectual, la indagación, el razonamiento riguroso y la cultura científica en la persona estudiante, además de promover el uso educativo de las tecnologías digitales» (p.19). Esto lo vamos a poder alcanzar con nuestra mediación pedagógica, ese andamiaje que desarrollamos no solo con las diferentes estrategias, recursos, las cuales serían solo activismo, sino las acompañamos de ese ambiente de confianza, seguridad y comunicación, que provoca desafíos cognitivos y propicia un ambiente agradable para el aprendizaje, aquí es donde la pregunta generadora juega un papel determinante para favorecer la adquisición de conocimientos y habilidades para la vida.

Como nos comenta Castillo, Castro, Cerdas, Hernández, Hidalgo (2016)

«En la calidad de la retroalimentación son fundamentales los espacios que incluyan preguntas generadoras, las posibilidades de interactuar con las cuestionantes en la relación horizontal de múltiples interacciones, donde la persona mediadora brinde constante seguimiento a las



respuestas y ofrezca constantes intervenciones para favorecer la participación del estudiantado a través del reto cognitivo. Un docente mediador promueve que se expanda y amplíe las respuestas brindadas por los niños y niñas. También, clarifica y retroalimenta constantemente, sin olvidar el aspecto emocional, por ello, el reconocimiento y la valoración de los aportes» (p. 26).

Definitivamente es de gran relevancia la reflexión que cada uno como docente realice de sus interacciones y de la retroalimentación. Les brinde a los estudiantes dejar de lado el miedo, quizás el sentirse cuestionado, o que algún tema no se domine. Ahí es donde se aprovechan todos los espacios para aprender en conjunto, construir el conocimiento y sobre todo las interacciones saludables en el aula, lo cual favorece un ambiente de seguridad e independencia en el aprendizaje.

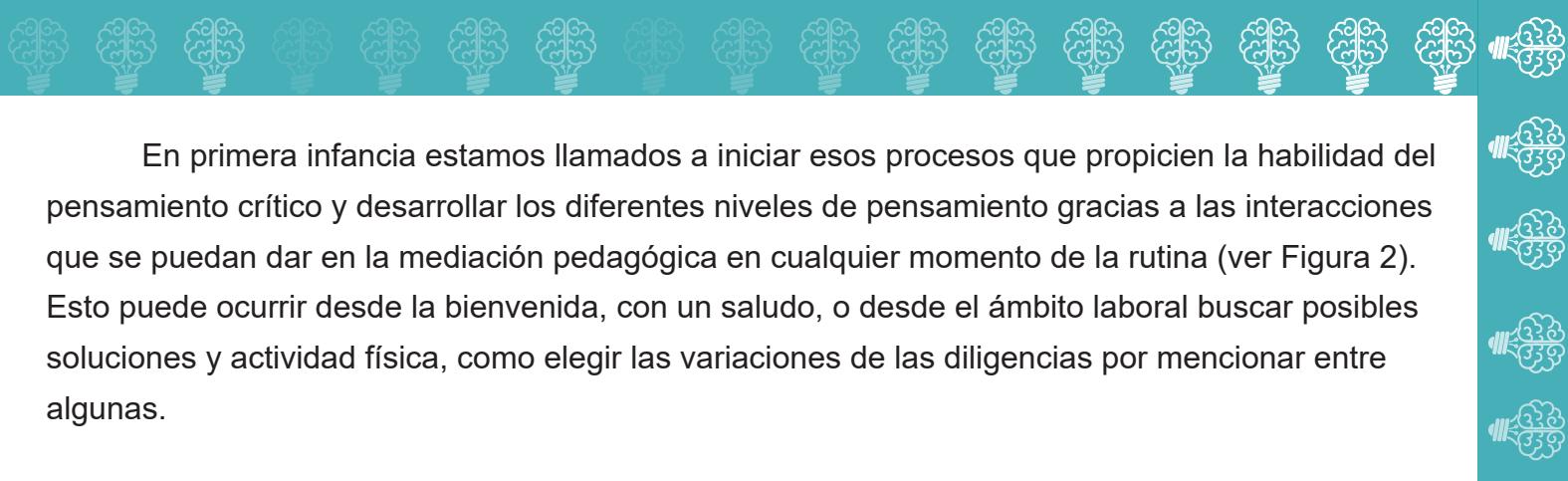
Las preguntas generadoras buscan provocar asombro, reflexión, cuestionamientos sobre los aprendizajes y habilidades. Es una preparación a la vida, en donde lo ideal es que en las conversaciones que se logren establecer favorezcan el pensamiento crítico de acuerdo a los diferentes niveles.

Abrir estos espacios de reflexión en nuestras aulas es necesario. Se requiere que profundicemos más en nuestras preguntas, buscando respuestas abiertas que los inviten a cuestionarse y realizar un análisis progresivo, el cual se logra con la práctica. Esto empieza en nuestra labor como docente, el atrevernos a plantear preguntas, el creer que nuestros estudiantes tienen mucho que ofrecer y aportar, que realmente somos unos mediadores del aprendizaje, y que depende mucho de los aportes, la mediación pedagógica que realizamos.



FIG 2

Cualquier momento de la jornada es una oportunidad para utilizar las preguntas generadoras. Elaborado por Salguero (2020).



En primera infancia estamos llamados a iniciar esos procesos que propicien la habilidad del pensamiento crítico y desarrollar los diferentes niveles de pensamiento gracias a las interacciones que se puedan dar en la mediación pedagógica en cualquier momento de la rutina (ver Figura 2). Esto puede ocurrir desde la bienvenida, con un saludo, o desde el ámbito laboral buscar posibles soluciones y actividad física, como elegir las variaciones de las diligencias por mencionar entre algunas.

Algunos ejemplos para realizar planteamientos de preguntas en el aula se encuentran en la Tabla 1:

Tabla 1. Ejemplos de preguntas generadoras en la jornada

Niveles de pensamiento	¿Qué busca?	Ejemplos de preguntas	Ejemplos de Momento de la Jornada
1. Conocimiento	Conocer, identificar y recordar información	¿Quién faltó hoy a clases? ¿Cómo se llaman los funcionarios del Jardín de niños?	-Iniciales. -Bienvenida, opción trabajo, despedida
2. Comprensión	Comprender, organizar y seleccionar los hechos y las ideas.	¿Cuál es la diferencia entre las tres casitas que hicieron los tres cerditos del cuento? ¿Cuáles son las partes del cuerpo que están en la cabeza?	-Expresión artística -Iniciales, opción trabajo.
3. Aplicar	Aplicar, usar los hechos, reglas y principios	¿Cómo podríamos hacer una campaña de reciclaje en la institución -Dibuje el recorrido que realiza de su casa al Jardín de niños	-Opción Trabajo Expresión Artística -Opción Trabajo Expresión Artística



4. Analizar	Analizar separar el todo en partes.	<ul style="list-style-type: none"> -Construya un medio de transporte con material de reciclaje. -Cuales diferencias hay entre las frutas y verduras 	<ul style="list-style-type: none"> -Opción Trabajo Expresión Artística -Alimentación, iniciales, despedida.
5. Sintetizar	Combinar ideas para formar una nueva.	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborar una bitácora cada niño sobre el trabajo en la huerta y el crecimiento de las plantas. -Crear una pancarta para realizar una marcha contra del dengue en la institución. 	<ul style="list-style-type: none"> -Iniciales, opción trabajo, actividad física, actividad artística. -Opción trabajo, expresión artística.
6. Evaluar	Evaluar, desarrollar opiniones, juicios	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué podríamos hacer para que todos nos sintamos bien a pesar de las diferencias? 	<ul style="list-style-type: none"> -Actividad Física -Despedida

Nota: Tabla 1. A partir de información del curso pensamiento Crítico, OEA, 2019. Elaborado por Salguero, 2020.

Luego de mostrar algunos ejemplos de preguntas, de acuerdo con los niveles de pensamiento crítico en los diferentes momentos de la jornada, se resalta el papel fundamental de los docentes en la construcción del aprendizaje significativo, utilizando las preguntas generadoras como estrategias de mediación, lo cual implica una constante interacción entre estudiantes y docentes.

Como profesional de educación preescolar se debe contemplar que se puede ser agente de cambio, por medio de nuestra labor educativa, desde los primeros años del sistema educativo, con la primicia que cada estudiante es persona y nuestra tarea es ayudarlo a desarrollarse integralmente para beneficio de la sociedad. Nuestras acciones pueden tener repercusiones positivas o negativas en cada uno de los integrantes de nuestro grupo. Por eso, es fundamental que cada vez que se



pueda, los docentes se autoevalúen en su desempeño como mediadores y reflexionen sobre las interacciones que propicia en el aula y que tipo de retroalimentación brinda a los estudiantes principalmente en los diferentes planteamientos de preguntas.

En la medida que seamos constantes en las preguntas y respuestas que brindemos como mediadores, el desarrollo del pensamiento crítico será favorecido y por supuesto el clima del aula será propicio para construir aprendizajes (ver Figura 3). La misión nos espera cada día con nuestros alumnos. El arte de saber preguntar requiere de nuestro compromiso y constancia, que resuene en nuestro interior por ser los mejores mediadores que motivemos la reflexión, el asombro y capaces de generar retos cognitivos.



FIG 3

Como docentes estamos atentos a sus trabajos para generar preguntas e interactuar con ellos. Elaboración propia (2020).

Referencias

Consejo Superior de Educación (2017). *Política Educativa La Persona: centro del proceso educativo y sujeto transformador de la sociedad*. San José, Costa Rica.

Zuleta Araújo, O. La pedagogía de la pregunta. Una contribución para el aprendizaje *Educere*, vol. 9, núm. 28, enero-marzo, 2005, pp. 115-119 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela.

Jeannette Cerdas Núñez, UCR Rocío Castillo Cedeño, UNA Marianella Castro Pérez, UNA Nohemí Hernández Herrera, UNED Rosa María Hidalgo Chinchilla, UNED Informe final Proyecto 724-B3-338 “*Calidad de las interacciones pedagógicas que promueven docentes de Educación*



Preescolar en grupos de niños y niñas de edades entre 5 y 7 años en centros públicos y privados del Gran Área Metropolitana: estudio interuniversitario a partir del instrumento CLASS (Classroom Assessment Scoring System)": octubre 2016

Curso de Pensamiento Crítico, OEA, (2019) *Niveles del Pensamiento Crítico*.

¿Cómo citar este artículo?

1. Salguero López, A. S. (Febrero de 2021). La pregunta en la mediación pedagógica. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1), 73-80. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>



Transformando las prácticas educativas a través de STREAM en las Américas

Por: Padmanabhan Seshaiyer

Título: Transformando las prácticas educativas a través de STREAM en las Américas

Resumen: En este artículo, describimos la educación STREAM (ciencia, tecnología, lectura, ingeniería, artes y matemáticas) empleada en algunos de los países de América Latina y el Caribe como un enfoque integral de la educación. Específicamente, describimos un marco educativo STREAM, prácticas pedagógicas efectivas y ejemplos de programas basados en STREAM que incluyen BE-STREAMING en Surinam y talleres de RIED-STREAM en Jamaica, Bahamas y Belice.

Palabras clave: Formación docente, STEM, STREAM.

Abstract: In this paper, we describe STREAM (science, technology, reading, engineering, arts and mathematics) education employed in some of the Latin-American and Caribbean countries as a comprehensive approach to education. Specifically, we describe a STREAM education framework, effective pedagogical practices, and examples of STREAM-based programs including BE-STREAMING in Suriname and ITEN-STREAM workshops in Jamaica, Bahamas and Belize.

Keywords: Teacher Education, STEM, STREAM.



Introducción

¿Recuerda la cita, “El todo es mayor que la suma de sus partes”? Imagínese cómo esto puede ayudar a transformar las prácticas pedagógicas en la educación si las estrategias individuales exitosas se pueden combinar de manera efectiva para producir una visión combinada que pueda ayudar a transformar la educación. En este trabajo, presentaremos un concepto educativo integrado llamado STREAM que mejora los componentes de STEM al agregar artes y lectura con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Específicamente, compartiremos el impacto que STREAM ha creado en países de las Américas, lo que muestra la fortaleza de la RIED y otras asociaciones similares para resolver problemas regionales en la formación docente de STEM.

Se cree que la carrera espacial de los años cincuenta en la era de la Guerra Fría obligó a los Estados Unidos de América a dar una nueva prioridad nacional a la educación científica. Un informe al presidente de Vannevar Bush, director de la Oficina de Investigación y Desarrollo Científico en julio de 1945 titulado *Ciencia—La frontera sin fin* se convirtió en la receta para el apoyo gubernamental a la ciencia. Después de esto, el lanzamiento del Sputnik por parte de la Unión Soviética obligó a una autoevaluación nacional de la fuerza educativa, científica, técnica e industrial estadounidense de la nación. Esto llevó al Congreso a responder con la Ley de Educación para la Defensa Nacional de 1958 (Urban, 2010), que enfatizó la educación científica y se convirtió en una parte importante de la política científica del país. A medida que se intensificara el impulso para crear una nueva generación de científicos e ingenieros, esto no solo cambiaría la narrativa nacional en torno a la educación STEM y la capacitación laboral, sino que exigiría nuevas tecnologías en las aulas junto con la capacitación de maestros para utilizar dichos medios con la máxima efectividad. Junto con STEM, a medida que pasaron los años, también quedó claro que para preparar mejores científicos e ingenieros, los maestros tenían que involucrarlos en aprender a pensar artísticamente y crear la conexión entre STEM y las artes, que conducen al desarrollo de la educación STEAM.

Para los países de Latinoamérica y el Caribe (LAC), STEM se ha convertido en un área de especial preocupación, especialmente para el desarrollo de habilidades (Fiszbein et al., 2016). Además, los resultados del reciente Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) administrado por la Organización para el Desarrollo Económico (OCDE) a cerca de 600,000 estudiantes de 15 años de 79 países y sistemas educativos confirmaron que LAC enfrenta una crisis de aprendizaje. Específicamente, los resultados mostraron que, en promedio, los estudiantes de 15 años de la región tienen tres años de retraso en lectura, matemáticas y ciencias que cualquier estudiante de un país de la OCDE. Además, los resultados indicaron que más de la mitad de los jóvenes aún no alcanzan las habilidades lectoras básicas. Esto puede atribuirse a una variedad de razones, incluida la falta de instrucción significativa que integre la lectura y la



alfabetización con los otros dominios independientes en STEAM. Esto motiva la justificación y la necesidad de integrar la lectura / escritura (denominado por la letra "R" en español) en STEAM, dando lugar a una nueva área de educación llamada STREAM.

Aprendizaje e integración basados en problemas a través de STREAM

Existen múltiples estudios sobre la capacidad innata de los niños para preguntarse sobre los fenómenos naturales que encuentran y cómo estas experiencias pueden ofrecer oportunidades de aprendizaje basado en proyectos (ABP) para despertar su interés en las ciencias (Milne, 2010). Un ejemplo práctico interesante para motivar una actividad ABP STREAM podría ser comenzar con una indicación visual, por ejemplo, la imagen de una mariposa como se muestra en la Figura 1.



FIG 1

Mariposa monarca como mensaje visual para iniciar una conversación de aviso y maravilla (Woods, 2016).

Luego, el maestro puede invitar a los estudiantes a reflexionar de forma independiente sobre la indicación visual, que en este caso es una mariposa y compartir con un compañero o con toda la clase sobre lo que *notan y sobre lo que se preguntan* (Watson, 2007; Barlow, 2020). Dicha invitación abierta puede provocar respuestas de los estudiantes que pueden variar desde notar características (como el tipo de mariposa, tipos de colores, las partes del cuerpo) hasta preguntarse sobre su capacidad (como qué tan rápido vuelan, cuándo y adónde vuelan). Mientras los estudiantes se involucran en esta actividad, el maestro puede aprovechar esta oportunidad para abrir sus mentes para explorar la famosa mariposa Monarca y sus patrones de migración mientras vuelan desde América del Norte a México para evitar los fríos inviernos. La fase de exploración permite a los estudiantes investigar y obtener más información sobre estas mariposas, incluidos sus patrones de migración (geografía); velocidad a la que viajan y las largas distancias que vuelan (matemáticas); su ciclo de vida a medida que evolucionan desde huevos hasta larvas, pupas y adultos (ciencia); formas de construir jardines plantando algodoncillo nativo y protegiendo el hábitat de la monarca a lo largo de los bordes de las carreteras, derechos de paso y otras tierras públicas y privadas (ingeniería);



aprender a participar en el recorrido de Google Earth sobre el viaje de la mariposa monarca (tecnología); creación de rompecabezas, juegos y actividades relacionadas con el arte (artes) y; finalmente, poder aprender el vocabulario por ejemplo, a través de crucigramas o poder reflexionar sobre lo aprendido a través de una narración (lectura / escritura). Algunas escuelas en los EE. UU. Han incluido actividades de este tipo para construir jardines de mariposas en su escuela para ayudar al conocimiento fundamental de los estudiantes en STEM. Después de esto, los estudiantes tienen la oportunidad de explicar su pensamiento, lo que les ayuda a reflexionar sobre sus hallazgos a sus compañeros. Esta fase no solo ayuda a los estudiantes a colaborar, sino también a comunicarse de manera efectiva. Las explicaciones de los estudiantes con preguntas facilitadas por el maestro ayudarán a los estudiantes a elaborar temas que pueden haber pasado por alto al escuchar a sus compañeros y también les darán la oportunidad de evaluarse tanto a sí mismos como a sus compañeros. Este enfoque de *participar, explorar, explicar, elaborar y evaluar* se conoce como el enfoque de instrucción 5E, por sus siglas en inglés (Duran y Duran, 2004) que se puede combinar eficazmente con STREAM para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de cualquier tema.

Los maestros también han combinado el enfoque 5E-instructivo con STREAM a través de planes de lecciones integrados. La Sra. Bhagya Malladi, que enseña en los grados 7 al 9 en la escuela secundaria, ciencias integradas, física, química y biología, y alimentos y nutrición en Jamaica, es una maestra que participó en una serie de talleres para maestros de la RIED ofrecida por el autor. Ella comentó sobre el impacto del enfoque integrado 5E y STREAM en su práctica pedagógica, así como la mejora del aprendizaje de los estudiantes:

En 2018, la Unidad de Maestros del Consejo de Maestros de Jamaica (Ministerio de Educación, Juventud e Información) organizó un taller de la RIED en tres fases sobre la transformación del desarrollo profesional docente en mejores prácticas a través de STREAM en colaboración con la OEA. Este taller del Dr. Seshaiyer me convirtió en un aprendiz para la mejora continua a través de la integración de materias en un plan de lecciones STREAM, lo que también ayudó a diversos aprendices. A través de este taller, asumí el papel de líder para adquirir el dominio de las habilidades de liderazgo. Todas las diversas tareas del taller perfeccionaron estas habilidades para mí como entrenador / maestro-líder y mejoraron mis prácticas pedagógicas. Pude mejorar y apoyar el plan de estudios de NSC a través del 4C y el 5E, que ahora son componentes integrados importantes de STREAM en acción. Además de mejorar mi propia práctica docente, he utilizado el enfoque STREAM para impactar el aprendizaje de más de 2000 estudiantes en los últimos dos años y más de 100 maestros que he capacitado como maestra. La mayor parte del impacto se produjo en los estudiantes que inicialmente aprendían con lentitud, pero el enfoque combinado de 5E con STREAM les ayudó a ganar confianza para trabajar de forma independiente y lograr importantes avances en el aprendizaje.



Impacto de STREAM en las Américas

En 2016, el autor creó un programa novedoso titulado BE-STREAMING (Educación Básica-Ciencia, Tecnología, Lectura, Ingeniería, Artes y Matemáticas para Mejorar la Próxima Generación) que fue apoyado por el Banco Interamericano de Desarrollo como un esfuerzo nacional en Surinam para promover la educación básica e inspirar a la próxima generación de estudiantes, maestros y padres a convertirse en agentes de cambio para el país. Desde su exitosa apertura a través de un festival público que involucró a la comunidad, BE-STREAMING ahora se ha convertido en un enfoque poderoso para estimular el interés de Surinam por crear un plan de estudios integrado a través de STREAM mediante la producción y presentación de las actividades más atractivas, emocionantes y educativas para los maestros. y estudiantes. Ha ayudado a abordar la importancia de las habilidades del siglo XXI en todas las carreras y en la vida cotidiana que ayudarán a preparar una fuerza laboral sólida para Surinam. A través de BE-STREAMING, también hemos ayudado a llevar a cabo la programación y el desarrollo curricular durante todo el año a través de actividades educativas en todos los niveles. ¡Lo más importante es que BE-STREAMING ha ayudado a identificar a las partes interesadas clave de Surinam que ahora pueden liderar y mantener el entusiasmo que ha creado el programa!



FIG 2

Programa BE-STREAMING implementado a través del MOESC, Suriname, Padmanabhan Seshaiyer (2016)



La Figura 2 ilustra cómo un programa atraviesa múltiples fases. En la fase de planificación, se identificó un grupo selecto de facilitadores docentes locales (FDL) que fueron capacitados por el autor. Junto con esto, las 360 escuelas del país se dividieron en sitios escolares locales y cerca de cada sitio escolar seleccionado, se identificaron grupos de escuelas con la ayuda del Ministerio de Educación, Ciencia y Cultura (MOESC) junto con maestros de estas escuelas como participantes. Posteriormente, a través de una fase de formación, el autor y los FDL capacitados pudieron capacitar a más maestros mediante actividades de desarrollo profesional. Por ejemplo, algunas de estas actividades incluyeron la creación de tareas ABP con 5E-STREAM junto con planes de lecciones y evaluaciones basadas en el desempeño. A continuación, una fase de implementación permitió a los maestros de las escuelas locales trabajar con su FDL para compartir prácticas efectivas con sus estudiantes. Finalmente, se llevó a cabo una fase de evaluación para comprender el impacto del programa en la mentalidad de crecimiento de los maestros junto con la mejora del aprendizaje de los estudiantes. Este programa también llevó a la creación de kits BE-STREAMING para cada escuela con actividades detalladas del programa.

Para establecer tal entusiasmo comienza por entusiasmar a los miembros del MOESC. De 2016 a 2020, este programa se superpuso con tres ministros diferentes, incluido el exministro Robert Peneux, que se ve en la Figura 3 inaugurando BE-STREAMING con la actual Ministra Marie Levens (elegida en julio de 2020) y la Ministra Lilian Ferrier (Figura 2) mantuvo un período de dos años de 2018 a 2020. Si bien ha habido un cambio en el liderazgo, todos los ministros estaban entusiasmados con BE-STREAMING y querían ver este programa en las 360 escuelas. De hecho, en abril de 2020, el MOESC anunció la inclusión de BE-STREAMING en su plan nacional de instrucción que se entregará por televisión y radio durante el cierre de las escuelas a todos los estudiantes en todo el país debido a COVID-19.



FIG 3

Programa BE-STREAMING inaugurado por el ex ministro del MOESC, Robert Peneux (MOESC). Junto a él está la actual ministra del MOESC, Marie Levens, junto con el autor.

Elaborado por Padmanabhan Seshaiyer (2016),



Otro ejemplo del impacto de STREAM fue la segunda edición de los talleres OEA-RIED en 2018 que involucró invitar a los Ministerios de Educación de los Estados Miembros de la OEA de idioma inglesa a implementar talleres basados en STREAM y a co-certificar a los participantes tras la culminación exitosa de esta actividad. Se seleccionaron tres países para trabajar con el autor, incluidos Jamaica, Bahamas y Belice. Cada uno de estos talleres se basó en un modelo de formación de formadores, dirigido a directores, líderes docentes, desarrolladores de planes de estudio y personal de desarrollo profesional docente, seleccionados por el Ministerio. El tema estaba relacionado con las habilidades de pensamiento crítico y el desarrollo comunitario a través de STREAM. Los talleres de la RIED también permitieron a los maestros fortalecer su capacidad para promover las habilidades del siglo XXI de los estudiantes, incluidas las habilidades de comunicación, colaboración, creatividad y pensamiento crítico, y aplicarlas para abordar los problemas en sus comunidades. Los maestros después de participar en este taller también ayudaron a guiar a otros maestros a aprender metodologías del taller para fomentar la capacidad de los estudiantes para identificar un problema, recolectar datos y analizar información relacionada con un problema en su comunidad local.

Después de motivar problemas relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (UN, 2015), la capacitación incluyó exponer a unos 40 maestros participantes en cada país a una variedad de herramientas de lluvia de ideas y escritura mental, incluido el enfoque de Fermi para la resolución de problemas. Esta se caracteriza por no presentar toda la información, que aparentemente sería necesaria para la resolución de un determinado problema, y por ser difícil de resolver utilizando métodos específicos (Ärlebäck y Bergsten, 2013). Además, los participantes también aprendieron cómo aplicar un enfoque de pensamiento de diseño centrado en el ser humano (Brown, 2008) y varios enfoques de mapeo mental, incluida la técnica de mapeo de afinidad junto con un análisis de la causa raíz utilizando los 5-Porqués.

Después de la capacitación, se esperaba que cada participante capacitara a un grupo de al menos diez maestros más en las técnicas que aprendieron en los talleres de la RIED. Esta oportunidad de seguimiento no solo ayudó a los 40 participantes del taller a reforzar las nuevas prácticas pedagógicas que habían adquirido, sino que también ayudó a desarrollar la capacidad de alrededor de 400 maestros en cada país comprometidos con el aprendizaje de nuevas prácticas pedagógicas y de instrucción.

**FIG 4**

Taller STREAM OEA-RIED en
Jamaica (2018)
Padmanabhan Seshaiyer (2018).

La Figura 4 muestra a los participantes de Jamaica aprendiendo sobre el fracaso a través de un desafío de malvaviscos; el uso de varias técnicas, incluida una actividad colaborativa de escritura mental 6-3-5 (Litcanu et al., 2015) para integrar y perfeccionar sus planes de lecciones; participante docente que comparte planes de lecciones mejorados a través del enfoque 5E-STREAM; y mostrar a un maestro que impactó al menos a otros diez maestros como actividad de seguimiento.



FIG 5

Taller STREAM OEA-RIED en Las Bahamas (2018)
Padmanabhan Seshaiyer (2018).

La Figura 5 muestra a los maestros de Las Bahamas involucrados en un mapeo de afinidad con notas post-it combinadas con la técnica de los “5 por qué” (Voehl, 2016) que les ayudó a identificar factores extrínsecos y factores intrínsecos relacionados con los desafíos en su sistema educativo y cómo aprovechar e identificar oportunidades potenciales. También se muestra a un maestro construyendo un prototipo de un drone a través del cual se enseñó a todos los participantes cómo incorporar un marco de aprendizaje mediante la práctica combinado con STREAM para involucrar a los estudiantes en tecnologías de vanguardia.



FIG 6

Taller STREAM OEA-RIED en Belice (2018)
Padmanabhan Seshaiyer (2018).

La Figura 6 muestra actividades similares compartidas con miembros en Belice. Una observación importante incluyó diferencias en el género de los maestros participantes en los países que participaron. En particular, el porcentaje de participantes masculinos de Belice fue del cincuenta por ciento, mientras que los participantes masculinos en Jamaica y Bahamas fue inferior al diez por ciento. Estos temas también estimularon muchas conversaciones interesantes.

Los ejemplos presentados demuestran por qué la educación STREAM ayuda a los profesores a convertirse en diseñadores y a los estudiantes a convertirse en creadores. STREAM es aún más impactante si el plan de estudios se alinea con el contexto local. Por ejemplo, en lugar de la actividad ABP de migración de mariposas discutida anteriormente para América del Norte, para un país como Costa Rica, podría relacionarse con el rebrote y la restauración de bosques que están ayudando a que cientos de especies prosperen y también a cultivar productos agrícolas. También se pueden considerar contextos que se conectan con el impacto de los desastres naturales como los huracanes o la propagación de enfermedades como COVID-19 que no solo ayudan a promover la conciencia tan necesaria de enfoques integrados como STREAM, sino que también ayudan a que las mentes jóvenes piensen de manera crítica y creativa sobre resolución de problemas del mundo real.



Referencias

- Ärlebäck, J. B., & Bergsten, C. (2010). On the use of realistic Fermi problems in introducing mathematical modelling in upper secondary mathematics. En R. Lesh, P. L. Galbraith, C. Haines, & A. Hurford (Eds.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (597-609). Dordrecht: Springer.
- Barlow, A. T. (2020). Notice and wonder. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 113(5), 350-351.
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84.
- Duran, L. B., & Duran, E. (2004). The 5E instructional model: A learning cycle approach for inquiry-based science teaching. *Science Education Review*, 3(2), 49-58.
- Fiszbein, A., Cosentino, C. & Cumsille, B. (2016). *The skills development challenge in Latin America: Diagnosing the problems and identifying public policy solutions*. Washington, DC: Inter-American Dialogue and Mathematica Policy Research.
- Litcanu, M., Prostean, O., Oros, C., & Mnerie, A. V. (2015). Brain-writing vs. vrainstorming case study for power engineering education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 387-390.
- Milne, I. (2010). A sense of wonder, arising from aesthetic experiences, should be the starting point for inquiry in primary science. *Science Education International*, 21(2), 102–115.
- UN: United Nations. (2015). *The 17 Goals*. Recuperado de <https://sdgs.un.org/goals>
- Urban, W. J. (2010). *More than science and sputnik: The National Defense Education Act of 1958*. Tuscaloosa, AL: University of Alabama Press.
- Voehl, F. (2016). The 5 whys. En H. J. Harrington & F. Voehl (Eds.), *The Innovation Tools Handbook, Volume 2: Evolutionary and Improvement Tools that Every Innovator Must Know*. New York: Productivity Press.



Watson, J. (2007). The Invitation to Notice and Wonder. En S. Shelton-Colangelo, C. Mancuso, & M. Duvall (Eds.), *Teaching with joy: Educational practices for the twenty-first century* (77), Lanham, MD: Rowman & Littlefield Publishers.

Woods, E. (2016), Lack of milkweed Is not harming monarch butterfly populations [Image]. *Entomology Today*. Recuperado de <https://entomologytoday.org/2016/04/29/lack-of-milkweed-is-not-harming-monarch-butterfly-populations-new-research-suggests/>

■ ¿Cómo citar este artículo?

Seshaiyer, P. (Febrero de 2021). Transformando las prácticas educativas a través de STREAM en las Américas. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1), 81-92. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/1conexiones2020.pdf>



Una historia de dos profesoras: COVID-19 como oportunidad para reflexionar sobre la pedagogía STEM



Por: Claudette Fongkong-Mungal,
Conroy Hall, Janille Malcolm, and
Cheryl Sobers

Una historia de dos profesoras: COVID-19 como oportunidad para reflexionar sobre la pedagogía STEM

“Si quieres construir un barco, no apresures a la gente para que recoja leña y no les asigne tareas ni trabajos, sino enséñales a anhelar la inmensidad infinita del mar.”

Antoine de Saint-Exupery

Resumen: Este artículo describe las experiencias de dos profesoras en diferentes países del Caribe que tienen un compromiso inquebrantable común con la educación científica, a pesar de la interrupción de la enseñanza debido a la pandemia CoVid-19, se realizaron actividades de aprendizaje en línea. El documento describe sus viajes durante las aguas desconocidas de los primeros meses de la pandemia cuando hubo más preguntas que respuestas. Las lecciones aprendidas incluyeron la importancia de centrarse en la pedagogía en lugar de la tecnología, el valor de las comunidades de aprendizaje y una reevaluación del papel del profesor en el aprendizaje basado en indagación.

Palabras clave: Caribe, COVID-19, emergencia, enseñanza de las ciencias, enseñanza en línea, STEM.

Abstract: This paper describes the experiences of two teachers in different Caribbean countries who had a common unfailing commitment to science education, despite the disruption of emergency online teaching due to the CoVid-19 pandemic. The paper describes their journeys during the unchartered waters of the first few months of the pandemic when there were more questions than answers. Lessons learned included the importance of focusing on pedagogy rather than technology, the value of communities of learning and a re-examination of the teacher's role in inquiry-based learning.

Keywords: Caribbean, COVID-19, emergency, science teaching, online teaching, STEM.

Introducción

COVID-19 presentó una razón convincente para que los maestros aprendan las habilidades necesarias para la enseñanza en línea, bajo condiciones de emergencia. Debido al legado de la era COVID, se vio una mejora en las habilidades digitales de los maestros, y abrió una oportunidad para que los maestros reflexionen sobre la pedagogía STEM a través de la lente de la tecnología. Este artículo se basa en las experiencias de dos profesoras: Barbara*, profesora de escuela primaria en Barbados, y Jacinta*, profesora de secundaria en Jamaica (* no sus nombres reales). Cuando llegó el COVID-19, Barbara y Jacinta, como muchos otros maestros, se vieron repentinamente desafiadas por la incertidumbre de la enseñanza en línea. No tenían más remedio que aprender rápidamente nuevos métodos para enfrentar este desafío y tenían poca idea de que adaptarse a la enseñanza en línea les llevaría a comprender mejor su pedagogía STEM.

Durante casi 20 años, **Barbara** ha estado impartiendo clases de STEM en ciencias generales a menudo integradas con matemáticas en el nivel primario. Al borde del COVID -19, y a pesar del programa del gobierno para la mejora de las habilidades de los maestros en el uso de la tecnología en la instrucción en toda la isla, Barbara era relativamente nueva en el uso del formato digital. Continuó usando la pedagogía de tiza, habla y papel (clase magistral) que persistía en su escuela junto

con su propia práctica de usar Internet para obtener información para las lecciones. En su salón de clases, les dio notas a los estudiantes y alentó las actividades prácticas STEM en grupos pequeños en la mesa de Ciencias designada, donde les proporcionó a los estudiantes muchos materiales hechos por maestros. Luego apareció COVID-19, y la base de la pedagogía STEM de Barbara se vio sacudida por un cambio de paradigma hacia la enseñanza STEM solo en línea.

Jacinta ha estado enseñando Química y Biología a nivel secundario en Jamaica durante 15 años. Como la mayoría de sus colegas, era competente en el uso de la tecnología. En su escuela, se alentó a los maestros a reducir el uso de tiza y hablar en favor de un mayor uso de la tecnología. Casi todos los miembros del personal utilizaron un sistema de gestión del aprendizaje y las aplicaciones de su elección. Cuando Jacinta enseñó STEM, sus alumnos realizaron experimentos en un laboratorio de ciencias. Además, Jacinta mejoró los experimentos de laboratorio con simulaciones virtuales. Cuando llegó el COVID-19, Jacinta se enfrentó al dilema de un formato solo en línea con el que preparar a los estudiantes de 11.º grado para importantes exámenes regionales.

Líderes en la enseñanza de STEM en línea

Barbara y Jacinta sintieron una urgencia común: querían ponerse al día con STEM en línea. Pero con pocas oportunidades de capacitación, ambos tuvieron que adoptar el desarrollo profesional personal para mejorar sus habilidades. Barbara, con sus colegas de la escuela primaria, buscó estabilidad en el nuevo mundo en línea. Usó la tecnología para administrar su instrucción STEM: Edmodo, un sistema de administración del aprendizaje adoptado por su escuela, y Zoom para interactuar con sus estudiantes. Se centró en el uso de algunas herramientas para continuar enseñando ciencia “práctica”.

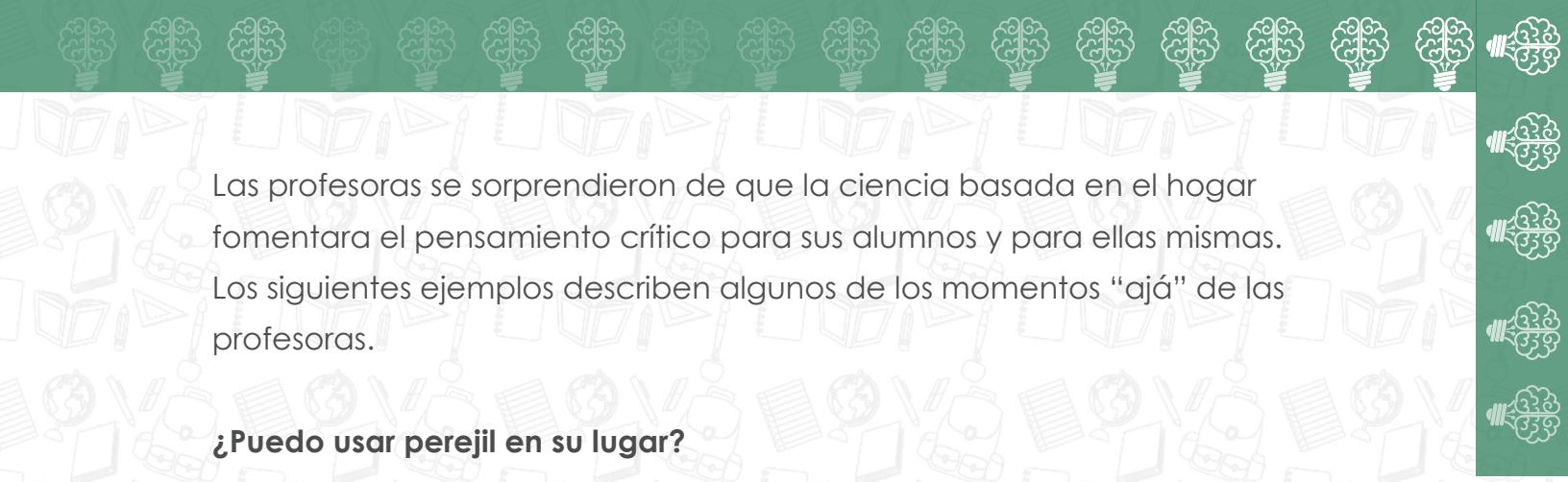
Tuve que aprender rápidamente, en cuestión de una semana, cómo usar dos plataformas... Edmodo y Zoom... Tuve que pensar en formas creativas para permitir que los niños aún participaran en demostraciones, experimentos y problemas. (Barbara, maestra de primaria en Barbados)

Jacinta, que ya está algo familiarizada con la enseñanza STEM en línea, profundizó en el uso de la tecnología para administrar y brindar instrucción STEM a sus estudiantes de secundaria. Se enseñó a sí misma Zoom e invirtió horas en la exploración de aplicaciones para “darle vida” a sus estudiantes en las experiencias STEM en línea. Por ejemplo, reemplazó los manipuladores físicos, como el esqueleto dejado en el laboratorio de biología de la escuela, con software como Anatomyka que permitía la manipulación virtual en 3-D del sistema esquelético.

Familiarizaría [a los estudiantes] con los programas ... para ver a cuál respondían mejor. [Lo hice] por prueba y error, descubrí que los videos en línea te mostraban cómo funcionaba [el software], ¡pero el resto dependía de ti! (Jacinta, maestra de secundaria en Jamaica)

Perspectivas sobre la pedagogía STEM: aprendizaje basado en la investigación

Curiosamente, la necesidad de distanciarse socialmente de sus estudiantes en la enseñanza de emergencia en línea proporcionó una idea común para Barbara y Jacinta: volvieron a examinar su papel como facilitadores del aprendizaje basado en la indagación. La “ciencia estructurada” en la ordenada mesa de ciencias en el aula de la escuela primaria de Barbara y las ordenadas estaciones de laboratorio en el laboratorio de ciencias de secundaria de Jacinta fue repentinamente reemplazada por “ciencia basada en el hogar” en la complejidad de las cocinas de los estudiantes. Era difícil controlar las variables y ser coherente en las cocinas.



Las profesoras se sorprendieron de que la ciencia basada en el hogar fomentara el pensamiento crítico para sus alumnos y para ellas mismas. Los siguientes ejemplos describen algunos de los momentos “ajá” de las profesoras.

¿Puedo usar perejil en su lugar?

Barbara tuvo que pensar “fuera de la caja”, es decir, proponer otras alternativas, cuando realizó la demostración de Zoom a su clase de quinto grado, sobre la absorción de agua en el apio, se encontró con la pregunta: “Señora, ¿puedo usar perejil en su lugar? Mi madre no tiene apio”. Barbara no lo sabía. En la escuela, ella habría proporcionado los materiales para los niños, siempre usaba apio. Ella aprovechó la oportunidad para alentar al niño a practicar STEM, respondiendo: “¿Por qué no lo intentas y le haces saber al resto de la clase?” Barbara se sorprendió por la iniciativa del niño y la rica discusión que surgió de su investigación independiente (ver Figura 1).

Es asombroso cómo a veces olvido cómo el aprendizaje basado en la indagación fomenta genuinamente la curiosidad en mis alumnos ... en un día pudo investigar el problema por sí mismo y luego me envió un mensaje con entusiasmo sobre sus hallazgos ... junto con sus compañeros de clase ... discutimos [sus hallazgos] en longitud. (Barbara, maestra de primaria en Barbados)



Figura 1. Acción capilar que ilustra la acción capilar del agua teñida en una planta. Fotos de Barbara, usadas con permiso.



¿Por qué nuestros cromatogramas no se parecen?

Jacinta se encontró resolviendo problemas con sus estudiantes de noveno grado haciendo cromatografía en papel en sus cocinas (Figura 2). En la escuela, Jacinta habría proporcionado recursos y procedimientos estandarizados, pero en sus cocinas, los estudiantes desarrollaron y tuvieron que solucionar sus propios métodos. Tuvieron que pensar críticamente sobre el volumen de alcohol necesario en función de la altura, el largo y el ancho de sus envases y las dimensiones del papel utilizado.

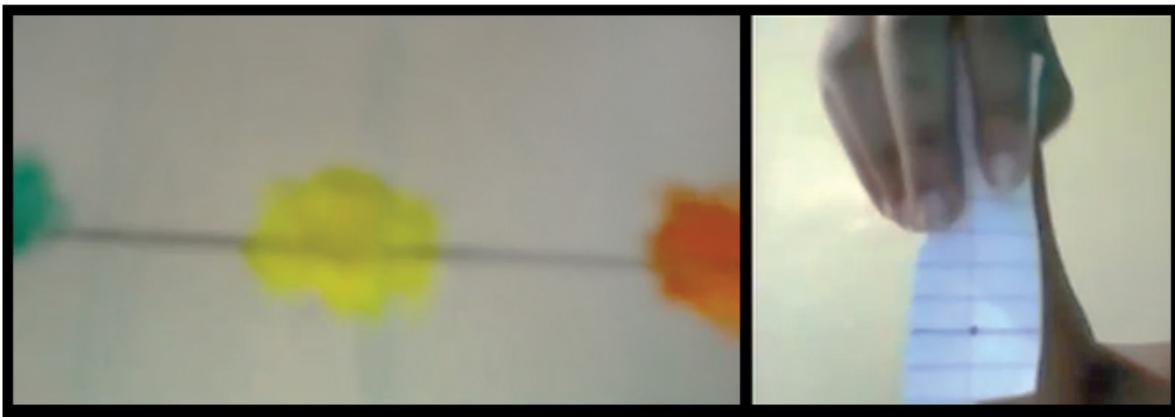


Figura 2. Cromatogramas observados por los estudiantes de noveno grado de Jacinta en casa. Fotos de Jacinta, usadas con permiso.

Aunque los estudiantes vieron simulaciones de cromatografía en papel antes de hacer las suyas propias, hubo variaciones en su interpretación y comprensión de cómo se debe realizar la investigación y en los recursos disponibles. La consulta de un alumno: “¿Por qué nuestros cromatogramas no se parecen?” condujo a una rica discusión de las posibles fuentes de error y las implicaciones para la validez de las conclusiones que podrían respaldarse con la evidencia observada.

La hipótesis de la señora del mercado

Jacinta desafió a sus estudiantes de onceavo grado con el problema: una vendedora del mercado afirma que si frota cal en la superficie cortada de sus ñames (un tipo de tubérculo), duran más. Pidió a los estudiantes que diseñaran un experimento en casa para investigar las afirmaciones de la mujer del mercado (Figura 3). Los estudiantes tenían la libertad de usar varios programas de edición de video para registrar sus observaciones y enviar sus informes de laboratorio por correo electrónico o Google Classroom. Pre-COVID, la investigación habría sido en el laboratorio de la escuela. Sin embargo, cuando los estudiantes realizaron el experimento en casa, Jacinta notó que transfirieron sus hallazgos a sus propias vidas: comenzaron a experimentar con el uso de jugo de limón en otros productos en sus hogares.



Figura 3. Estudiante de onceavo grado de Jacinta preparándose para experimentar con ñame. Fotos de Jacinta, usadas con permiso.

¿Puedo construirlo? ¿Volará?

Con un compromiso renovado con el aprendizaje basado en la indagación, Barbara desafió a sus estudiantes de quinto grado a construir y volar una cometa, un pasatiempo popular en Barbados. En Zoom, Barbara habló sobre las plantillas de las cometas con los niños, las líneas de simetría de la forma de la cometa, cómo crear un dibujo a escala de una plantilla para la cometa y el razonamiento proporcional para mejorar la

plantilla al tamaño de la cometa real. Fuera de línea, los niños abordaron las decisiones de diseño de materiales, tamaño y longitud de la cola para hacer una cometa que pudiera volar. Barbara pidió a los niños que publicaran una foto en Edmodo de la cometa (Figura 4) o de ellos mismos volando la cometa. Barbara notó que no solo mejoraron las habilidades tecnológicas de los niños, sino también sus habilidades de resolución de problemas y creatividad.



Figura 4. Dos cometas creadas por estudiantes de quinto grado de Barbara. Fotos de Barbara, usadas con permiso.

En resumen, las experiencias de las profesoras de la enseñanza STEM de emergencia en línea fueron oportunidades para reflexionar sobre sus prácticas STEM anteriores a COVID-19.

La adversidad me obligó a reexaminar mi práctica. Antes de COVID-19, siempre pensé que los estudiantes necesitaban estructura y procedimientos claros para realizar ciencias. Pero en línea los vi descubrir la verdadera naturaleza de la ciencia en ausencia de estructura. A veces son nuestros propios miedos y creencias limitantes los que limitan a nuestros estudiantes.

(Jacinta, maestra de secundaria, Jamaica)

Las profesoras llegaron a valorar la autonomía de los estudiantes y el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la transferencia de posibilidades de aprendizaje que las experiencias científicas auténticas pueden ofrecer a sus estudiantes.

Discusión

Las situaciones importantes de la equidad y el bienestar de los estudiantes eran preocupaciones tanto para Barbara como para Jacinta, pero están más allá del alcance de este documento. Además, Barbara y Jacinta eran solo dos maestras de muchos maestros en el Caribe, más aún, dos maestras en dos países diferentes en dos niveles educativos diferentes. Sus experiencias pueden no ser típicas de las experiencias de otros profesores en sus escuelas o países. Sin embargo, a pesar de los contextos únicos, se aprendieron algunas lecciones que pueden ayudar a promover STEM en las escuelas del Caribe y en las Américas.

Lección 1. Enfocar el desarrollo profesional del profesor STEM en los maestros, no en la tecnología. La educación está plagada de promesas incumplidas de transformación de la educación por la tecnología y la resistencia de los maestros a la tecnología en la enseñanza (Cuban, 1986, 2003; McQuirter, 2020). Sin embargo, cuando la tecnología se volvió necesaria para alcanzar las metas, los dos maestros se comprometieron (anhelaban) y, la adopción de la tecnología fue inmediata. Barbara se comprometió a utilizar la tecnología para encontrar “formas creativas de permitir que los niños sigan participando en demostraciones, experimentos y problemas”. La preocupación de Jacinta era la participación y la evaluación de los estudiantes en STEM en línea. Los maestros adoptan tecnologías que apoyan y amplían las prácticas que valoran; centrarse en la aplicación de la tecnología en la enseñanza STEM más que en las “campanas y silbidos” de la tecnología en sí (Cuban, 2018; Kaden, 2020; McQuirter, 2020; Nasr, 2020; Rasmitadila et al (2020).

Lección 2. Alentar a los maestros a aprovechar las redes colegiales y, al mismo tiempo, brindar apoyo a nivel de país / sistema de pedagogía STEM en línea. Haverback (2020) sugiere que CoVid-19 es una oportunidad para que los maestros experimenten una mayor autoeficacia a través del nuevo dominio de la enseñanza en línea. Ella, junto con otros (Madden, 2020; Fullan, 2020) sugiere que las redes colegiales son esenciales para el dominio. Barry et al (2020), Lassoued et al (2020), Rasmitadila et al (2020) Yao et al (2020) destacan la importancia de una respuesta nacional (en todo el país) para apoyar a los maestros durante la enseñanza en línea de emergencia de COVID. Las redes profesionales de Barbara, ya sea con sus colegas de la escuela primaria o con la comunidad más amplia de practicantes de STEM, eran limitadas. Esto, a su vez, limitó su crecimiento potencial (autoeficacia) en la pedagogía STEM. Por otro lado, el dominio de Jacinta de STEM en línea fue facilitado por una maestra mentora de ciencias en su escuela y su conexión más amplia con una comunidad STEM colegiada a través de una organización nacional (el Consejo de Maestros de Jamaica). Donde no existen iniciativas nacionales, profesores como Barbara pueden aprovechar las redes colegiales como la RIED (red Interamericana de Educación Docente de la Organización de los Estados Americanos, para conectarse con una comunidad de colegas STEM en todos los países y contextos.

Lección 3. Anime a los maestros a reflexionar sobre su papel en el aprendizaje basado en la investigación. Yao et al (2020) informaron que el papel del maestro en la enseñanza en línea durante COVID-19 es fundamental para el aprendizaje efectivo de los estudiantes. Los maestros tienen muchos roles posibles en el aprendizaje basado en indagación (Banchi & Bell, 2008) en el corazón de la enseñanza STEM. Pols (2020) en una comparación de estrategias de enseñanza, sugirió que los maestros usen la indagación guiada, en oposición a la indagación abierta, como el mejor enfoque para la enseñanza en línea de estudiantes de primer año de física. Madden (2020) describió su papel como entrenadora, social y co-exploradora de las serendipias de los intereses de los estudiantes en la

“divina indiferencia” de la investigación abierta. Pre-COVID, la práctica STEM de Barbara y Jacinta era más la de una investigación confirmatoria: el maestro a cargo. Sin embargo, la enseñanza en línea de emergencia dio una idea de un papel más poderoso: el maestro como guía.

A medida que la pandemia avanza con dificultad y ya no se necesita una respuesta de emergencia, Barbara y Jacinta continuarán sus viajes de anhelo por lo mejor que el aprendizaje basado en la investigación puede ofrecer a sus estudiantes.

Referencias

- Banchi, H., & Bell R. (2008). *The many levels of inquiry. Science and Children*, 46(2), 26-29. <https://engage.intel.com/docs/DOC-30979>
- Cuban, L. (1986). *Teachers and machines: The classroom use of technology since 1920*. New York, NY: Teachers College Press.
- Cuban, L. (2003). *Oversold and underused: computers in the classroom*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Cuban, L. (2018). *The flight of a butterfly or the path of a bullet? Using technology to transform teaching and learning*. Cambridge, Massachusetts: Harvard Education Press.
- Fullan, M., Quinn, J., Drummy, M., & Gardner, M. (2020). *Education reimagined: The future of learning*. Recuperado de <http://aka.ms/hybridlearningpaper>
- Lassoued, Z.; Alhendawi, M.; Bashitashaaer, R. (2020). An Exploratory Study of the Obstacles for Achieving Quality in Distance Learning during the COVID-19 Pandemic. *Education Sciences*, 10(9), 232. <https://doi.org/10.3390/educsci10090232>

Madden, L. (2020). Harnessing divine nonchalance: Teaching everyday science in a pandemic. *Electronic Journal for Research in Science and Mathematics Education*, 24(2), 158-167.

McQuirter, R. (2020). Lessons on change: Shifting to online learning during COVID-19. *Brock Education Journal*, 29(2), 47-51. <https://journals.library.brocku.ca/brocked>

Nasr, N. (2020). Teachers as students: Adapting to online methods of instruction and assessment in the age of COVID-19. *Electronic Journal for Research in Science and Mathematics Education*, 24(2), 168-171.

Pols, F. (2020). A physics lab course in times of COVID-19. *Electronic Journal for Research in Science and Mathematics Education*, 24(2), 172-178.

Rasmitadila, Aliyyah, R., Rachmadtullah, R., Samsudin, A., Syaodih, E., Nurtanto, M., Tambunan, A. (2020). The perceptions of primary school teachers of online learning during the COVID-19 pandemic period: A case study in Indonesia. *Journal of Ethnic and Cultural Studies*, 7(2), 90-109. <http://dx.doi.org/10.29333/ejecs/388> ISSN: 2149-1291 90

Rogers Haverback, H. (2020). Middle level teachers quarantine, teach, and increase self-efficacy beliefs: Using theory to build practice during COVID-19. *Middle Grades Review*, 6(2). <https://scholarworks.uvm.edu/mgreview/vol6/iss2/6>

Yao, J., Rao, J., Jiang, T., Xiong, C. (2020). What role should teachers play in online teaching during the COVID-19 pandemic? Evidence from China. *Science Insights Education Frontiers*, 5(2), 517-524. Doi: 10.15354/sief.20.ar035

¿Cómo citar este artículo?

Fongkong-Mungal, C.; Hall, C.; Malcolm, J.; y otros. (Febrero de 2021).

Una historia de dos profesoras: COVID-19 como oportunidad para reflexionar sobre la pedagogía STEM. Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula, 13(1), 93-105. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>



“Fábrica de Jabones Creativos Fritzy”: una propuesta integradora para la enseñanza de las ciencias en preescolar



Por: Milagritos Emma Jáuregui de la Cruz

“Fábrica de Jabones Creativos Fritzy”: una propuesta integradora para la enseñanza de las ciencias en preescolar

Resumen: Este proyecto que obedece a STEM y tiene como propósito despertar el interés de los niños por la ciencia desde la indagación y el socio-constructivismo, en una propuesta integradora de aprendizajes. Ello, se evidencia cuando descubren cómo hacer jabones naturales, crean su propia marca de nombre Fritzy, convirtiéndose en emprendedores cuando organizan una feria para vender sus jabones.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos, emprendimiento, indagación, socio constructivismo, STEM.

Abstract: It is a project that obeys STEM and has the purpose of awakening children's interest in science from inquiry and socio-constructivism, in an integrative learning proposal. This is evident when they discover how to make natural soaps, they create their own brand called Fritzy, becoming entrepreneurs when they organize a fair to sell their soaps.



Keywords: Project-based learning, entrepreneurship, inquiry, socio-constructivism, STEM.

La ciencia es un aprendizaje fundamental que debe promoverse desde la primera infancia, brindando experiencias de exploración y descubrimiento en interacción con su medio: observando, tocando, oliendo, escuchando, degustando y realizando comparaciones entre los objetos de su entorno. Así, les abrimos las puertas al mundo de la ciencia, cimentando las bases para la construcción de aprendizajes más complejos y una vida mejor y de calidad.

Desde un análisis reflexivo, los docentes de edades tempranas realizamos actividades que desarrollan habilidades diversas, pero no necesariamente se enfocan al aprendizaje de la ciencia con una visión de emprendimiento y cuidado del medio ambiente. En este trabajo, mostraremos un proyecto que integra estos elementos.

Contando la historia

Los niños del aula “Artistas Creativos” de cinco años, del jardín N° 090 Santa Rosita de Lima, tienen como antecedente, el hábito de reciclar y reutilizar elementos para guardar sus materiales, convertirlos en paletas de pintura, en juguetes, entre otros, mostrando compromiso con el medio ambiente.



Figura 1. Proyecto: Fábrica de Jabones Creativos Fritz. Elaboración propia, (2019)



Un día conversando en la asamblea, se les ocurrió la idea de hacer jabones naturales, comentando: «*Mi mamá compra jabones naturales porque son buenos para la piel*», «*Ha hecho jabones pero que no le salieron bien*». Otro niño reflexionó: «*Así se cuida el planeta porque no se utilizan químicos*». Esta situación despertó la curiosidad e interés de los niños y sirviendo como una oportunidad para enseñar y aprender sobre ciencia: El reto, hacer jabones naturales.

El camino a la indagación

Una estrategia para establecer diálogos abiertos y preguntas indagatorias es la asamblea. Así que iniciamos preguntando: «¿Cómo se hacen los jabones naturales? ¿Por qué se llaman naturales?

¿En qué se diferencian de los otros jabones? ¿Dónde los haremos?» Así podemos sus saberes previos, ideas, «teorías», posibles «hipótesis» y soluciones (Figura 1). Una de estas ideas entre los estudiantes era que «los jabones naturales se hacen con plantas porque son buenas para la salud».

Primero organizamos nuestro laboratorio con materiales reciclados, gracias al apoyo de las familias. Cada niño contó con tablas para registrar datos, morteros, y frascos, entre otros. Hicimos un cartel que decía «laboratorio». Cuando estuvo listo, sentimos emoción y satisfacción.



Figura 2. Laboratorio de los Jabones Creativos Fritz. Elaboración propia (2019).



Nuestra primera experiencia indagatoria fue «una visita al jardín botánico de plantas medicinales». Durante la visita, nuestra guía, les permitió experimentar, con la muña (una hierba medicinal del Perú), menta, manzanilla, cedrón y hierva luisa. Descubrieron sus olores, colores y texturas y les explicamos sus propiedades curativas y su utilidad en la cosmética. Los niños estaban muy motivados, y denotando curiosidad, asombro y expectativa, realizaban preguntas. Fue de gran impacto y nos impulsó a seguir con esta aventura.

Al día siguiente, en asamblea, comentaron lo que descubrieron y aprendieron en la visita, comprobando que las hierbas son buenas para la salud y sirven para hacer jabones naturales. Además, trajeron hierbas que pusimos a secar en cordeles como insumo para hacer los jabones (Figura 2). Al cierre del día, una niña propuso hacer infusiones, contándonos que su mamá le hacía tomar agua de hierbas (Figura 3). Así que acordamos que al día siguiente haríamos el experimento: «Infusiones de plantas medicinales».

El aprendizaje por proyectos es abierto y flexible. Nos permite incluir en el proceso experiencias que surgen de la motivación de los niños y, en este caso, era otra oportunidad para hacer ciencia.

Esta experiencia se inició degustando una infusión. Luego se les preguntó a los estudiantes, «¿Qué les pareció? ¿Cómo se preparan las infusiones? ¿Qué haremos para que tenga color, olor y sabor? ¿Qué pasaría si le echamos agua caliente? ¿Qué pasaría si le echamos agua fría?». Los estudiantes planearon dos hipótesis: «Al echar agua caliente sale su olor, color y sabor» y la otra, «Echarle agua fría...».

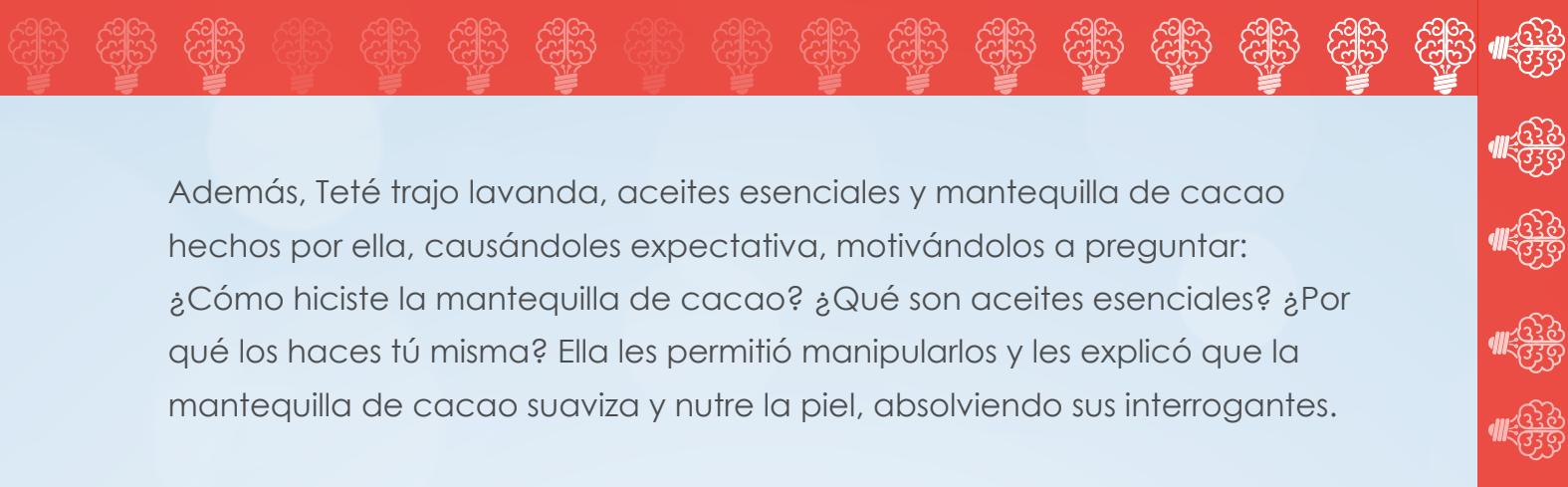


Figura 3. Preparando infusiones de hierbas. Elaboración propia (2019).

Se realizó el experimento, comprobando que con el agua caliente se obtenía el color, sabor y olor, característico de una infusión. Disfrutaron la bebida, comentando sus propiedades curativas. Algunos probaron como sabía con limón, hasta que a un niño se le ocurrió hacer combinado de infusiones, descubriendo nuevos sabores. Los niños hacían sus pedidos: «muña y menta», «manzanilla y hierba luisa». De esta manera, aprendieron a preparar infusiones. Finalmente, registraron el experimento dibujando las transformaciones que sufrieron las hierbas al echarles agua fría y agua caliente.

La experimentación

Para elaborar los primeros jabones, los niños invitaron a Teté, una ingeniera forestal que hace ciencia con niños. Llegó el día esperado, y teníamos los insumos: glicerina sólida, hierbas aromáticas, clavo de olor, canela y moldes.



Además, Teté trajo lavanda, aceites esenciales y mantequilla de cacao hechos por ella, causándoles expectativa, motivándolos a preguntar: ¿Cómo hiciste la mantequilla de cacao? ¿Qué son aceites esenciales? ¿Por qué los haces tú misma? Ella les permitió manipularlos y les explicó que la mantequilla de cacao suaviza y nutre la piel, absolviendo sus interrogantes.

Los niños se organizaron en equipos y acordaron las normas. En esta experiencia contrastaríamos la hipótesis: «Los jabones naturales se hacen con plantas y no con químicos».

Cada equipo contó con sus insumos, se inició preguntándoles: «¿Cómo haremos los jabones? ¿Qué colocaremos primero en nuestros moldes?» En su respectivo grupo, el niño, exploraba los olores, formas, colores, escogieron las hierbas de su preferencia que cortaron en trozos pequeños colocándolos en los moldes con los clavos olor, flores de manzanilla, entre otros (Figura 4).



Figura 4. Insumos para elaborar los jabones.
Elaboración propia, (2019)



Después se les preguntó: «¿Qué haremos con la glicerina?» Una niña dijo «Hay que derretirla porque está dura, «sólida»». Dijo otra niña, «¿Cómo la derretiremos?» Y empezaron las respuestas: «Hay que calentarla con el sol», «Se va a demorar». «Hay que poner la glicerina en una olla para que se caliente y se derrita.» Formularon nuevas hipótesis. Así se colocó la glicerina en una olla, observando cómo se derretía a medida que se calentaba, agregándole mantequilla de cacao, aceites esenciales. «¡Está volviéndose líquida!» decían con sombro. Mientras, la que estaba en el sol nunca se derritió.

Se les repartió la glicerina tibia en jarras para llenar sus moldes, experimentando el cambio de líquido a sólido, descubriendo que se enfriaba rápidamente.

Al finalizar, mostraron sus jabones explicando cómo lo hicieron, comparándolos con los de sus amigos, descubriendo en cada uno una creación propia y única. A partir de ese día, ya teníamos aprendizajes previos, que nos sirvieron para seguir investigando y probando diversas formas de hacer jabones. Durante este proceso fueron observando el secado de las hierbas y sus cambios. Hicimos la prueba con jugo de naranja, pero los jabones salieron ligosos.

Hasta que un día, al ver nuestra producción un niño dijo: hay muchos «¡Ya sé! ¡Tenemos una fábrica de jabones!» Una niña mostró un jabón artesanal, proponiendo: «¡Hay que hacer jabones creativos!», planteándonos otro reto. Les mostramos jabones decorativos, que observaron con mucho interés, preguntándoles: «¿Cómo hacer jabones creativos?» Los estudiantes dijeron «Hay que hacerlos de colores, le ponemos trocitos de colores, le echamos pintura y escarcha, con formas de corazón, flores».

Así surgió el nombre: «Fábrica de jabones creativos». Era sorprendente escuchar toda la información que traían de casa.



Figura 5. Jabones producidos por los niños. Elaboración propia, (2019)

Se empezó haciéndolos de dos colores, transparentes, con espirales, flores y pétalos, entre otros (Figura 5). Siempre se les preguntó: «¿Qué pasaría si le echamos...? ¿De qué otra forma podemos hacerlos?» Todos los jabones eran realmente artísticos, causando asombro tanta creatividad, comentando que eran una obra de arte. Cada día eran creaciones diferentes. También experimentaron que echándole alcohol a la superficie del jabón evitaba que se agrieten o tengan burbujas.

Descubrieron entre los materiales reciclados recipientes de diversas formas y tamaños, pero al usarlos de moldes, los jabones no se podían desmoldar preguntándose: «¿Por qué en estos moldes no se pueden desmoldar?» Pronto se dieron cuenta de que poniéndoles aceite, los jabones se desmoldarían fácilmente.

Del producto de la investigación al emprendimiento

Hasta que surgió nuevo reto, una niña dijo: «Si tenemos una fábrica de jabones, entonces debemos vender nuestros jabones creativos, ¿cómo haremos para venderlos?» La primera propuesta fue ponerle una marca.



Hubo varias ideas, hasta que a un niño se le ocurrió el nombre «*Fritzy*», que era el gato de la pintura de Paul Klee: «Gato y pájaro» que aprendimos en un proyecto de arte. *Fritzy* era el gato del pintor y él plasmó en su obra la historia de *Fritzy*. Todos votaron a favor de este nombre, quedando fascinados, pues ellos habían replicado la pintura y la historia los impresionó.

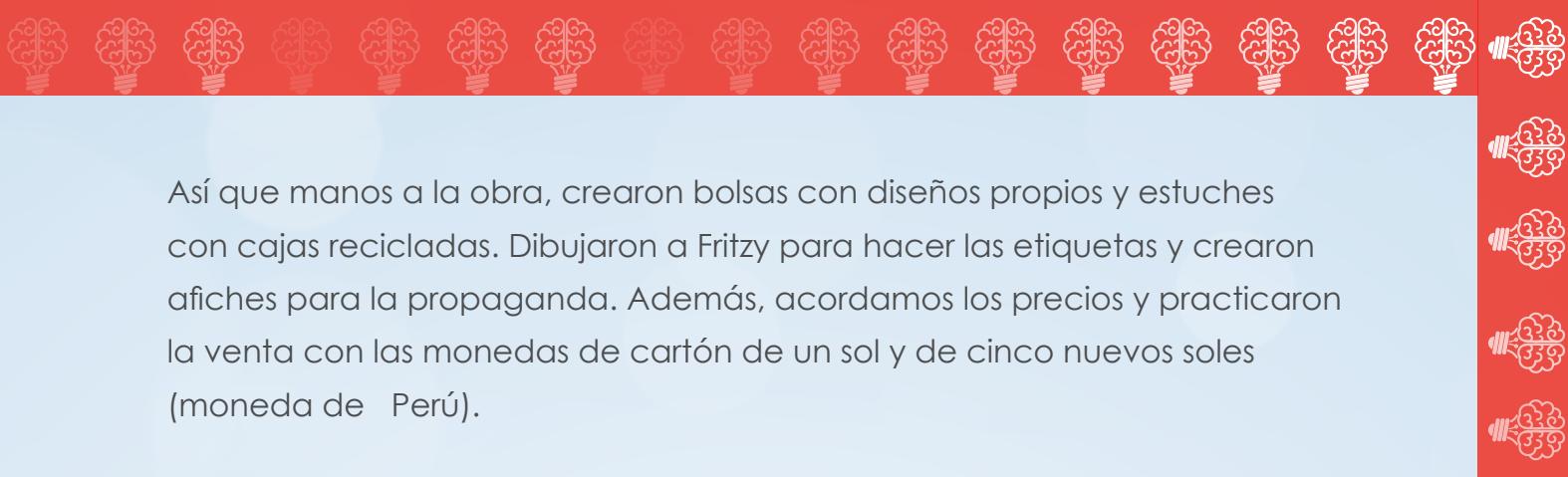
Así que el proyecto ahora se llamaba: «fábrica de jabones creativos *Fritzy*» (Figura 6).



Figura 6. *Fritzy*, nombre de la marca de los jabones. Elaboración propia (2019)

Otra idea fue hacer una feria de jabones.

Se les preguntó: «¿Qué haremos con el dinero de la venta?» Como se acercaba el momento de despedirnos del jardín, decidieron invertirla en su fiesta de despedida con helados, torta y piñata.



Así que manos a la obra, crearon bolsas con diseños propios y estuches con cajas recicladas. Dibujaron a Fritz y para hacer las etiquetas y crearon afiches para la propaganda. Además, acordamos los precios y practicaron la venta con las monedas de cartón de un sol y de cinco nuevos soles (moneda de Perú).

La Feria de Jabones

Ese día estábamos desbordando emociones. Nos organizamos formando grupos de venta y empaque, decoraron las mesas y contamos la historia en un mural con sus dibujos y fotografías (Figura 7). La concurrencia era masiva. Teníamos buena producción y la venta fluyó. Algunos niños anunciaban: «¡Vendo jabones creativos Fritz! ¡Oferta!» Otros explicaban cómo los habían elaborado. Pero no estábamos solos; teníamos el apoyo total de las familias y de la comunidad educativa. Al día siguiente, contamos el dinero con los niños. La venta fue un éxito: lo logramos y disfrutamos de nuestra gran fiesta de despedida.



Figura 7. Venta en la Feria de Jabones Creativos Fritz. Elaboración propia, (2019).



Reflexiones finales

El proyecto logró el impacto esperado despertando la motivación intrínseca y extrínseca de los niños y manteniendo la curiosidad que los llevó a indagar cómo hacer jabones naturales. Además, el aprendizaje por proyectos es un recurso potente para hacer ciencia. Ambos se articulan dándole protagonismo al estudiante y libertad para proponer sus ideas, responder y hacer preguntas, plantear sus teorías y buscar soluciones. Estas oportunidades brindan experiencias vivenciales, que les permitieron transformar los materiales en jabones y finalmente venderlos de una manera creativa y exitosa. Estas oportunidades evidencian que la ciencia se integra con otros aprendizajes, observándose el desarrollo de la oralidad, el pensamiento matemático, autoestima, las emociones, la creatividad y formando buenos ciudadanos comprometidos con el cuidado del medio ambiente y en búsqueda del bien común.

A través de esta experiencia los niños asumieron una actitud científica, se hicieron investigadores, incrementaron su vocabulario, mostraron actitudes solidarias, trabajaron en equipo, fortalecieron su amistad, demostraron como ser emprendedores con su «Fábrica de jabones creativos Fritz» y lograron autofinanciar su fiesta de despedida.

Ser maestra implica permanente aprendizaje, lo cual incluye enseñar ciencia, un reto que demanda mayor esfuerzo y compromiso. Por ello, el rol de acompañamiento y mediación debe darse en interacciones positivas formando una comunidad de aprendizaje con las familias, el equipo docente, directivo y administrativo del jardín. Debe lograr crear un ambiente acogedor, de aprendizaje cooperativo, donde los niños sean escuchados, respetados, valorados y queridos, con una maestra que conozca sus intereses, necesidades, demandas cognitivas, sociales y emocionales, que convierta el error en oportunidad, favoreciendo el pensamiento científico, y manteniendo viva la curiosidad.



Referencias

MINEDU. (2019). *Proyectos de aprendizaje en educación inicial*. Lima. Ministerio de Educación.

MINEDU. (2017). *Currículo Nacional de la Educación Básica*. Lima. Ministerio de Educación.

MINEDU. (2013) *Rutas del Aprendizaje. ¿Qué y cómo aprenden nuestros niños y niñas? área curricular ciencia y ambiente 3, 4 y 5 años de educación inicial*. Lima. Ministerio de Educación.

MINEDU. (2012). *Guía de orientación para el uso del módulo de ciencias para niños y niñas de 3 a 5 años*. Lima. Ministerio de Educación.

¿Cómo citar este artículo?

Jáuregui de la Cruz, M. E. (Febrero de 2021). "Fábrica de Jabones Creativos Fritzy": una propuesta integradora para la enseñanza de las ciencias en preescolar. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1), 106-117. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>



La Red Educativa del Bicentenario de Costa Rica: los **beneficios potenciales** del acceso y uso a una red de Internet de Banda Ancha



Por: Andrés Fernández Aráuz y Paula Villalta Olivares

La Red Educativa del Bicentenario de Costa Rica: los beneficios potenciales del acceso y uso a una red de Internet de Banda Ancha

Resumen: La Red Educativa Bicentenario será una herramienta fundamental para la reducción de la brecha digital, y a largo plazo puede llegar a tener efectos positivos sobre el mercado laboral y la producción en Costa Rica, ya que se espera que su implementación colabore a mejorar las habilidades cognitivas de los estudiantes que hoy día carecen de una plataforma similar a la que se espera crear.

Palabras clave: Bicentenario, brecha digital, internet, red, red educativa.

Abstract: The Bicentennial Educational Network will be a fundamental tool for reducing the digital divide, and in the long term it may have positive effects on the labor market and production in Costa Rica, since its implementation is expected to help improve the cognitive skills of students who today lack a platform similar to the one they hope to create.

Keywords: Bicentennial, digital divide, internet, network, educational network.



Introducción

Mientras que países como Chile, Brasil, México y Argentina comenzaron a introducir las tecnologías de información y comunicación en sus sistemas educativos en la década de los noventa (Dunayevich, y otros, 1999), desde finales de la década de los años 80 el sistema educativo costarricense estaba recibiendo las primeras computadoras para 57 centros formativos, a través del trabajo conjunto con la Fundación Omar Dengo en 1988. El Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE MEP - FOD) fue creado en 1988, en un esfuerzo conjunto del Ministerio de Educación Pública (MEP) y la Fundación Omar Dengo (FOD), con el fin de contribuir con la mejora de la calidad de la educación pública, a través de propuestas pedagógicas innovadoras apoyadas en las tecnologías digitales, concebidas como herramientas de aprendizaje.

Fue hasta el año 2004 cuando el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica estableció un convenio de cooperación para el servicio de internet con el único operador de telecomunicaciones que existía en esa época: el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), una empresa pública no financiera que mantuvo el monopolio de las telecomunicaciones hasta la apertura del mercado posterior a la firma del Tratado de Libre Comercio.

Fue así como, once años después de la llegada del internet a Costa Rica¹(Islas, 2011), el MEP y el ICE firmaron el Convenio de Cooperación Institucional que tenía por objeto el desarrollo de una Red de Innovación Educativa que permitiera dotar en forma progresiva de Hardware, Software y de servicios de internet de avanzada a Instituciones Educativas. La Red de innovación Educativa, como se le llamó, debía iniciar con la atención de 780 centros educativos equipados con tecnología, 60 centros educativos

¹En 1990, Costa Rica realizó el registro del dominio nacional ante IANA, mientras que el primer enlace de internet dedicado a la red NSFNET fue establecido en 1993.



del Proyecto Innovación Educativa, las 20 regiones educativas y los edificios que albergaban a los funcionarios de las oficinas centrales del MEP (MEP, 2005).

Mientras que para el año 2006, habían 500 centros educativos conectados a internet mediante este convenio, en el 2007 el número de conexiones había crecido a 1059, la mayoría de estas mediante conexiones de tipo ADSL. En el año 2011, aproximadamente un 60% de los centros educativos tenían algún grado de conectividad, en su mayoría con 1 Mbps o menos, y el acceso estaba restringido a un espacio físico específico. Por eso el MEP planteó la necesidad de conectar todos los centros educativos del país con una conectividad de banda ancha que llegara a los 6 Mbps por cada 10 estudiantes (MEP, 2012).

En el año 2011, el Gobierno anunció el proyecto denominado «Cerrando Brechas en Educación» en el contexto del denominado Acuerdo Social Digital, cuyo objetivo era el de brindar acceso universal, solidario a la tecnología digital y la conectividad de banda ancha para transformar el proceso de enseñanza y aprendizaje, como en la gestión docente y la administrativa de los centros educativos (MEP, 2012).

Lo anterior se dio en el contexto de la entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica, República Dominicana y Estados Unidos (2008), en el cual se estableció el compromiso de posibilitar el ingreso de nuevos proveedores y operadores de servicios de telecomunicaciones con el fin de asegurar una competencia efectiva en el mercado, bajo criterios de igualdad y no discriminación².

²Para ello, el Estado costarricense promulgó la Ley General de Telecomunicaciones, Ley No. 8642, y la Ley de Fortalecimiento y Modernización de las entidades públicas del Sector de Telecomunicaciones, Ley No. 8660. El proceso no fue sencillo, ya que el país no contaba con reglas claras para realizar el proceso de apertura y pasar del modelo de un único operador monopólico hacia la competencia del mercado, luego de que se realizará la primera licitación pública para dar en concesión frecuencias para el uso y explotación del espectro radioeléctrico, otorgadas a dos nuevos operadores que debían iniciar la implementación en el año 2011



Desde ese momento, por un lado, las distintas administraciones gubernamentales han intentado aprovechar los recursos del Fondo Nacional de Telecomunicaciones para pasar del modelo de internet en centros educativos iniciado desde el año 2004 hacia una red de internet privada en academias pedagógicos (sin concreción hasta el momento). El MEP ha continuado con la ampliación de los institutos de enseñanza beneficiados del convenio con el ICE, alcanzando hoy a más del 80% de los centros formativos, incluyendo más de 1200 conexiones de fibra óptica, en lugares tan remotos como la Isla de Chira, y con velocidades que alcanzan incluso los 285 Mbps. A lo anterior, hay que sumar la participación de FONATEL para llevar el servicio de internet a cerca de 1100 focos didácticos con su programa de Comunidades Conectadas, ubicados en zonas alejadas, aunque con una velocidad de conexión que en su momento se consideró apropiada, pero que hoy se sabe es insuficiente para cubrir las demandas actuales (6 Mbps), razón por la cual el MICITT y la SUTEL acordaron actualizar dichas velocidades en los meses venideros.

Si bien el despliegue de infraestructura para llevar internet a institutos de aprendizaje que comenzó varios años antes de la creación del FONATEL ha sido exitoso para garantizar hoy una cobertura extendida de la conectividad en nuestras escuelas y colegios, se encuentra limitado de poder ofrecer más y mejores servicios que no solo mantengan, sino que amplíen la calidad en la entrega de las prestaciones, y es por dicha razón que era necesario migrar hacia un nuevo modelo de conexiones que potencie aún más el aprovechamiento pedagógico en el aula y permita gestionar de una forma eficiente las necesidades de conectividad en centros educativos.

Este documento pretende generar insumos que permitan mostrar, con números concretos, cómo la implementación del proyecto de la Red Educativa del Bicentenario viene a solventar esas limitaciones, y se modelará la forma en que generará rentabilidad de largo plazo sobre las



inversiones que se realicen para la construcción de dicha red en los centros educativos del país.

I Parte: la red educativa del bicentenario de Costa Rica; propuesta de solución

La definición del internet de banda ancha

Para una mejor contextualización de lo que realmente significa una red educativa que se basa en internet de banda ancha, resulta importante aclarar el concepto de «banda ancha». En realidad, no existe ningún consenso sobre la respuesta a la pregunta ¿qué significa banda ancha? Sino más bien esta varía, dependiendo del contexto cultural y social, de la disponibilidad de tecnologías y de las estrategias de política nacionales.

El Banco Mundial publicó en el año 2012 un estudio que analiza, para la región asiática, el tema de uso y apropiación de las tecnologías de información y comunicación. En este, se indica que:

«En toda la región, como en el resto del mundo, es cada vez más común escuchar a altos funcionarios del gobierno que piden “que todas las escuelas estén conectadas a Internet”. De todos los indicadores centrales delineados, [...] el progreso hacia la meta de “conectar escuelas” parece ser el más fácil de medir, aunque definir lo que significa estar “conectado” a menudo puede diferir radicalmente entre países». (Banco Mundial, 2012, pág. 104).

Para ejemplificar esas diferencias entre las distintas definiciones de lo que se entiende por estar conectado, en dicho informe recurren a la comparación de tres países asiáticos: Indonesia, la República de Corea y Mongolia, comenzando dicha comparación iniciando que en Indonesia solo el 11 por ciento de los centros educativos están conectados, en comparación con el



87 por ciento en Mongolia y la totalidad en Corea. Sin embargo, al indagar sobre el estado de dicha conectividad, se presentan marcadas diferencias:

«En Corea, el 100 por ciento de las escuelas están conectadas a Internet de banda ancha a algunas de las velocidades más rápidas del mundo. De las escuelas conectadas a Internet en Indonesia y Mongolia, casi todas usan conexiones fijas de banda estrecha, menos de 256 kilobits por segundo. Entonces, cuando uno evalúa el estado de la conectividad escolar en Mongolia, la respuesta depende del objetivo, que puede, por un lado, permitir que los maestros y los estudiantes se comuniquen por correo electrónico o, por otro lado, facilitar el tiempo real acceso a recursos de aprendizaje de medios enriquecidos en línea. Para este último, una conexión rápida a Internet es lo que realmente importa». (Banco Mundial, 2012, pág. 104).

Según la Comisión de Banda Ancha para el Desarrollo Digital³, las conexiones de banda ancha a Internet de alta velocidad y alta capacidad son un elemento esencial en la sociedad moderna, ya que confieren amplios beneficios sociales y económicos. Sin infraestructura y servicios de banda ancha, los países en desarrollo corren el riesgo de ser excluidos de la participación en la floreciente economía digital global.

En un reporte de esta comisión publicado (BCDD, 2010) se «decidió enfocarse en considerar la banda ancha como un conjunto de conceptos centrales, como un servicio siempre activo (no necesita que el usuario realice una nueva conexión a un servidor cada vez) y alta capacidad: capaz de transportar muchos datos por segundo, en lugar de a una velocidad particular. El resultado práctico es que la banda ancha permite la provisión combinada de voz, datos y video al mismo tiempo» (página 5).

³Un grupo creado en 2010 por la UIT y la UNESCO (Broadband Commission for Digital Development).

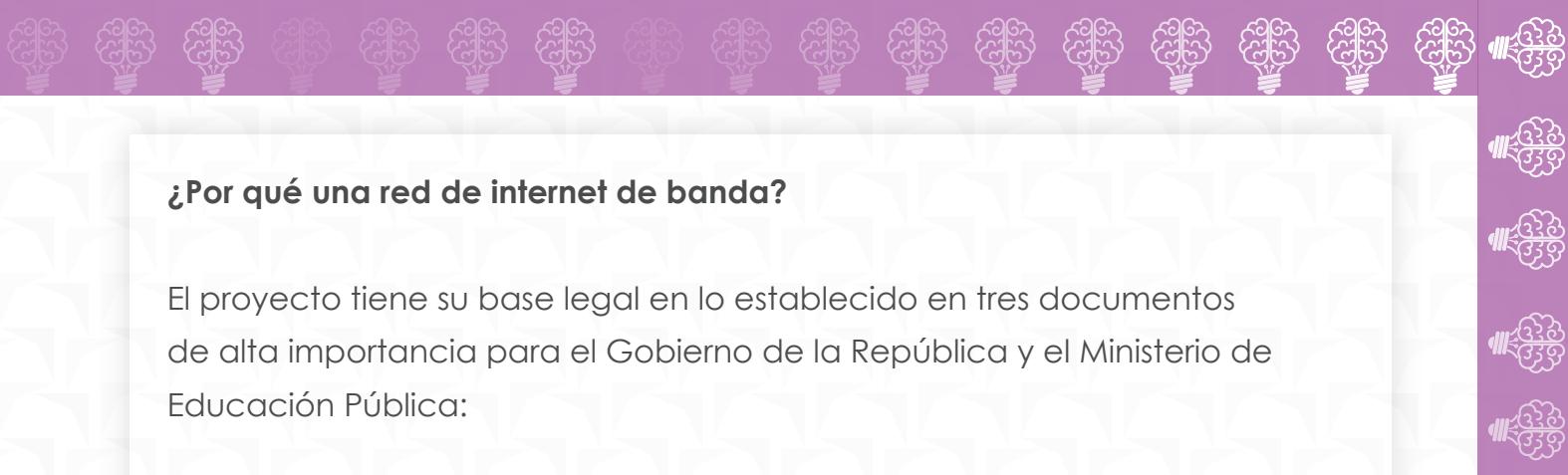


Después de debatir varias formas potenciales de definir la banda ancha (cualitativa versus cuantitativa, o alguna combinación de ambas), la Comisión opinó que los países podrían «*distinguir los servicios que esperan proporcionar a través de redes de banda ancha y trabajar para establecer la infraestructura capaz de lograr esos objetivos. Al utilizar este enfoque, sería posible evitar decidirse por una cifra específica solo en términos de velocidad y, en cambio, hacer recomendaciones a países individuales en función de su nivel de infraestructura existente y sus servicios objetivo para el futuro».* (BCDD, 2010)

La definición de ancho de banda en el mundo varía desde las definiciones cualitativas (como en Brasil) hasta las cuantitativas con objetivos más numéricos expresados por países como el Reino Unido (2 Mbit/s), Finlandia (100 Mbit/s) o Corea (1 Gbit/s).

En el caso de Costa Rica, desde el MEP hemos definido la red de internet de banda ancha para fines educativos como «*toda aquella infraestructura de telecomunicaciones que permite el tráfico de información de manera continua e ininterrumpida, con capacidad suficiente para proporcionar acceso a aplicaciones educativas de datos, voz y video que son de interés y provecho para los usuarios, según lo determine el Ministerio de Educación Pública, a una velocidad de conexión mínima de 15 Mbps, y que sea adaptable a incrementos según las nuevas demandas del sector educativo».*

Tomando como referencia los elementos recién descritos, seguidamente se comenta más sobre la propuesta de Red Educativa que se ha diseñado bajo el Liderazgo del MEP en un trabajo interinstitucional donde también han participado activamente el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones y la Fundación Omar Dengo.



¿Por qué una red de internet de banda?

El proyecto tiene su base legal en lo establecido en tres documentos de alta importancia para el Gobierno de la República y el Ministerio de Educación Pública:

- Política Curricular con visión de educar para una nueva ciudadanía.
 - Plan Nacional de Desarrollo en Telecomunicaciones 2015-2021.
 - Plan nacional de Inversión Pública (PNDIP2018-2022)
- Estos marcan los aspectos globales que deben ser incorporados dentro del proceso

Estos marcan los aspectos globales que deben ser incorporados dentro del proceso educativo que permitan preparar ciudadanos con una visión global en el aprovechamiento de los recursos tecnológicos.

A un nivel micro, el proyecto viene a solventar limitaciones que enfrenta la administración actualmente; por ejemplo, no es posible tener información en tiempo real sobre el tipo de servicio y el uso del internet en los centros educativos, en sus variables más básicas, como son:

- Identificación veraz de centros formativos que cuentan con servicio de internet (se tiene información de aquellos centros educativos que están en algún programa desde oficinas centrales, no los servicios que son contratados directamente por ellos mismos).
- Cantidad de servicios instalados en una institución educativa
- Calidad de servicio actual que reciben los centros formativos
- Velocidades instaladas
- Tipo de Conexión (tecnología)
- Cantidad de usuarios concurrentes, es decir, que se conectan al mismo tiempo
- Tipos de usuarios que acceden



- Disponibilidad del servicio – Calidad del servicio
- Métricas de uso
- Filtrado de contenido
- Control de facturación
- Políticas de uso y acceso
- Cybersecurity

Esto nos hace tener un servicio de internet desigual, deficiente, inseguro y con problemas de administración a nivel nacional lo cual trae afectación en la educación. La ausencia de datos nos limita para:

- Tener cobertura nacional en los diferentes servicios digitales, a través de economías de escala
- Crear estrategias pertinentes en el área pedagógica y administrativa que mejoren los procesos enseñanza-aprendizaje
- Poner a disposición más y nuevos servicios/recursos digitales, LMS (*learning management systems*), entornos virtuales de aprendizaje (EVA), entre otros
- Actuar oportunamente en temas de seguridad y acceso de datos. Aplicación de Políticas a todo el sistema educativo (o bien en forma diferenciada según corresponda, por centro educativo, grupos de usuarios, horarios, entre otros.)
- Distribuir el recurso de una manera más equitativa y justa. Administración eficiente de los recursos: Por ejemplo: asignar ancho de banda a aplicaciones específicas, o bien para eventos específicos
- Buscar estrategias de reducción de costos y uso eficiente del recurso. Visibilidad del aprovechamiento de los recursos
- Exigir servicios de calidad, a través de acuerdos de niveles de servicios, donde el contratista se compromete a proveer un servicio con unos parámetros de calidad definidos, y si no se cumplen se expone a multas



- Contar con una respuesta rápida a las necesidades de la comunidad estudiantil en cuestión de conectividad para sus recursos digitales
- Dar soporte técnico efectivo a los recursos (equipamiento, entre otros.)
- Tener trazabilidad de los datos (Big Data, huella digital, *learning analytics*, entre otros.)
- Tomar decisiones oportunamente en base a datos (*data driven*)
- Proveer plataformas virtuales más eficientes para la capacitación docente.
- Asegurar la eficiencia y eficacia de los diferentes recursos (servicios, equipamiento, políticas, entre otros)

El modelo propuesto

La Red Educativa Bicentenario se ha propuesto como la solución para conectar los centros educativos del país y oficinas administrativas al resto del mundo, utilizando enlaces anchos de banda como medio principal para que miles de estudiantes puedan descubrir lo que significa la inmersión del conocimiento en sus aulas y además impulsar la transferencia efectiva, en tiempo real de información para la toma de decisiones oportunamente.

Lo que el MEP pretende, no se limita a conectar cientos de escuelas y colegios a un servicio de internet; sino generar una **solución integral**, que provea:

- conectividad WAN
- conectividad campus LAN e inteligencia en el centro educativo
- los diferentes servicios de administración de la red centralizada, seguridad, soporte técnico, entre otros



Con el fin último de responder a las necesidades actuales y futuras, y proveer una plataforma que sea lo suficientemente segura, flexible y adaptable para poder elaborar estrategias pedagógicas y administrativas, que nos lleven a dotar a los estudiantes de mejores prácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje, que sirva como una **ciber-carretera** en donde podamos hacer circular proyectos de alto impacto educativo.

La Red Educativa Bicentenario debe responder a los siguientes principios:

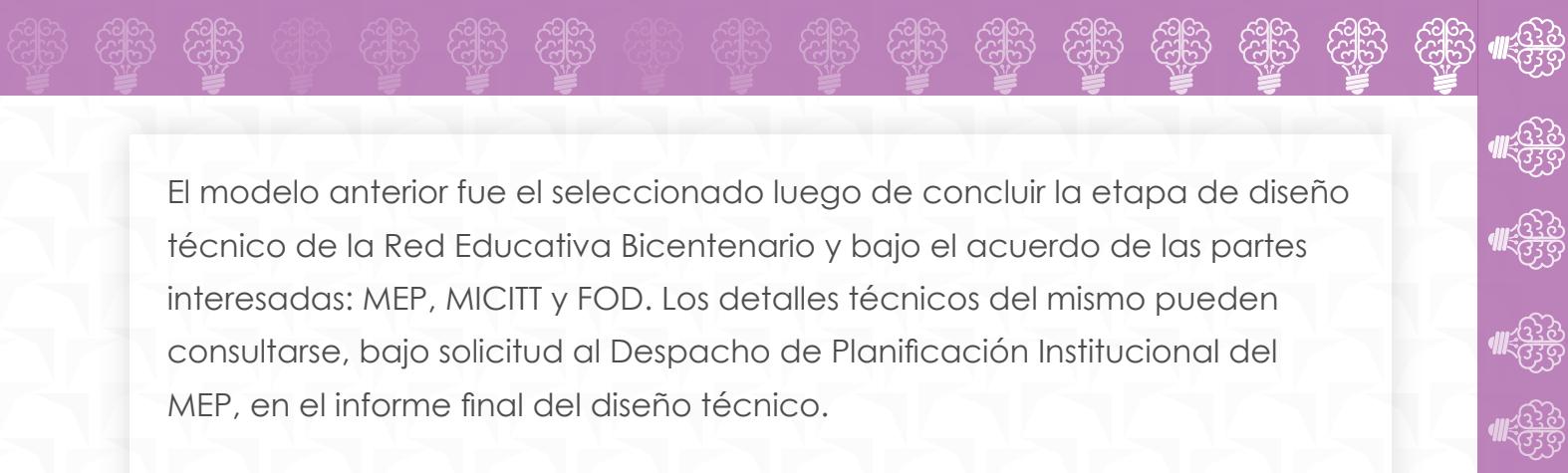
- **Seguridad** – protección de los estudiantes y usuarios, a su información como prioridad número uno
- **Identidad única** para los usuarios de la red.
- **Movilidad** – dentro y fuera del campus en forma controlada
- **Escalabilidad** – adaptabilidad a futuros servicios y requerimientos
- **Colaboración interactiva** – énfasis en video
- **Experiencia placentera** – banda ancha
- **Estabilidad** – financiera y operativa
- **Trazabilidad** – en los datos y servicios
- **Sostenible** – capaz de mantenerse en el tiempo

Esto se realizará a través de un modelo operativo de cuatro capas, según se muestra en la siguiente ilustración (figura #1):

MODELO DE GESTIÓN Y OPERACIÓN Esquema de capas



Figura 1.
Modelo de
gestión y
operación.
Elaboración
propia.



El modelo anterior fue el seleccionado luego de concluir la etapa de diseño técnico de la Red Educativa Bicentenario y bajo el acuerdo de las partes interesadas: MEP, MICITT y FOD. Los detalles técnicos del mismo pueden consultarse, bajo solicitud al Despacho de Planificación Institucional del MEP, en el informe final del diseño técnico.

II Parte: beneficios de la red; evidencia internacional

El primer esfuerzo realizado para llevar Internet a centros educativos ocurrió en Estados Unidos, en la década de los 90's. Algunas escuelas y bibliotecas formaron parte del Fondo de Servicio Universal, en una estrategia conocida como E-Rate, que fue autorizada como parte de la Ley de Telecomunicaciones de 1996, mediante la cual se ordenó a los proveedores de telecomunicaciones que prestaran sus servicios a escuelas y bibliotecas a tarifas con descuento determinadas.

Luego de este primer ensayo, países tan diversos como Malasia, Marruecos y Turquía han buscado de diversas maneras emular el proyecto estadounidense, para utilizar el Fondo de Servicio Universal para ayudar a conectar hogares y centros educativos. El caso de Corea es el más llamativo, ya que ha sido el que ha llegado más lejos en el despliegue de una conectividad muy rápida a todas sus escuelas (Armenia, Uruguay e Irlanda son otros casos interesantes de estudiar).

Una forma es garantizar conexiones de internet en los centros formativos (acceso a internet) y otra muy distinta el aprovechamiento que se le pueda dar a esos servicios (estrategias pedagógicas, cambios de paradigma, red privada que sirva para el monitoreo y control).

Por tal razón, se procederá a comentar sobre el caso de Irlanda, un país europeo con muchas similitudes formativas respecto a Costa Rica, y que hace algunos años comenzó el reto de establecer una red educativa



en sus centros educativos. Irlanda es un país donde viven 4.7 millones de personas (último censo en el año 2016), un número de población similar al costarricense (4.8 millones de habitantes en el 2016, según proyecciones del INEC). Su sistema educativo también tiene similitudes en comparación con Costa Rica: 64 mil docentes atendiendo a 934 mil estudiantes en 4.000 centros educativos (Costa Rica posee 65 mil docentes, poco más de un millón de estudiantes y cerca de 4.500 centros educativos). Su ciclo educativo también se asemeja al nuestro, con dos años de educación preescolar, seis años de educación primaria, tres años de Junior Cycle y tres años de Senior Cycle. Dadas estas similitudes, seguidamente se comenta el caso de este país en su intento de establecer una red de internet de banda ancha en centros educativos y la evidencia de los beneficios de la misma.

El caso de Irlanda

El lanzamiento formal de banda ancha en las escuelas irlandesas comenzó en el año 2005 con la creación de la Red de Banda Ancha de Escuelas (Schools Broadband Network), dirigida por el Departamento de Educación y Habilidades (DES). Antes de esto, algunas escuelas ya habían organizado la instalación de banda ancha por iniciativa propia, pero el programa SBN puso este servicio a disposición de todas las escuelas sin costo directo para la escuela misma (Kennedy, 2014, pág. 3).

Alrededor de 3900 escuelas se conectaron como parte de este proyecto a velocidades de banda ancha de entre 512 kilobits por segundo (Kb / s) y 8 megabits por segundo (Mb / s). Estas velocidades eran el promedio para las conexiones de banda ancha de consumo en ese momento y aumentaron a medida que los productos de consumo estándar se actualizaron en los años posteriores, con algunas escuelas recibiendo conexiones de hasta 24Mb / s. Sin embargo, los tipos de conexión elegidos para este proyecto variaron según la ubicación de la escuela. Las escuelas urbanas y suburbanas generalmente recibieron conexiones ADSL de mayor velocidad,



mientras que más escuelas rurales se conectaron mediante conexiones satelitales, que además de ser más lentas que ADSL sufrieron de alta latencia, lo que dificultó que las escuelas usaran sus conexiones para ciertas aplicaciones. Además, todas las conexiones suministradas a las escuelas se basaban en productos de consumo doméstico disponibles en el mercado en ese momento. El tipo de acuerdos de nivel de servicio (SLA) aplicables a los productos comerciales para garantizar la continuidad del servicio y la reparación rápida no se aplicaba a las conexiones de estas escuelas (principalmente por razones de costo).

Una consecuencia de esto fue que las escuelas pudieron no haberse sentido en condiciones de confiar lo suficiente en sus conexiones a Internet para planificar actividades o lecciones que requirieran acceso a Internet, y el uso de Internet continuó de manera más informal (Kennedy, 2014).

Teniendo en cuenta estos inconvenientes, se inició la planificación de una nueva red de banda ancha de escuelas, inicialmente para escuelas post primarias, que tendría dos características clave:

- Enlaces de alta capacidad uniformes y garantizados (100Mb / s simétricos), para garantizar que múltiples clases puedan acceder a Internet simultáneamente
- SLA de clase empresarial para avalar que las escuelas puedan confiar en el servicio y planificar actividades a su alrededor

Este proyecto, al que se le llamó “100Mbit/s broadband initiative for post-primary schools”, fue lanzado en junio del año 2009 con el objetivo de instalarlo en todas las escuelas post-primarias en un periodo de 5 años (750 centros educativos). Las tecnologías que se utilizaron son de fibra óptica y de microondas punto a punto inalámbrico y los objetivos declarados del proyecto son:



- Incorporar la integración de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje en todo el plan de estudios
- Asegurar que las escuelas tengan acceso a redes modernas de alta velocidad
- Aseverar que los alumnos de segundo nivel estén equipados con las «habilidades y competencias para aceptar los desafíos y oportunidades de la era digital».

En el 2009, un grupo de 78 centros educativos fue seleccionado para formar parte de la etapa piloto del proyecto. Luego del proceso de adquisición nacional para elegir los proveedores de servicios de telecomunicaciones que proporcionarían de manera competitiva conexiones de Internet de 100Mbit / s a los 78 centros educativos, la instalación formalmente comenzó en marzo de 2010 y los 78 centros educativos estaban conectados en junio del 2010. En paralelo se financió la adquisición de computadoras portátiles y proyectores digitales para las 78 escuelas (las configuraciones técnicas estaban en línea con las recomendaciones emanadas del Ministerio de Educación).

Luego de evaluar este proyecto piloto, fue concluido que tuvo un impacto positivo en el proceso de enseñanza aprendizaje:

«Las 78 escuelas han progresado enormemente en la integración de las TIC dentro de un plazo muy corto. Los maestros están más motivados que antes y existe un mayor entusiasmo por usar las TIC con los maestros que trabajan en las escuelas para compartir ideas, recursos y apoyar a sus colegas. Los datos recolectados muestran las velocidades de descarga y carga para las escuelas, y esta es evidencia de que con la correcta metodología de implementación, una red de banda ancha tiene efectos educativos y sociales sumamente positivos» (MEI, 2012, pág. 8).



Para el año 2013, 280 centros educativos de secundaria habían recibido los 100 Mbit/s, y también se realizó una evaluación de seguimiento para monitorear los impactos. Dentro de los hallazgos obtenidos, se destacan los siguientes (Kennedy, 2014):

- Los maestros tuvieron una fuerte reacción positiva hacia el servicio de banda ancha en sí mismo y lo consideraron lo suficientemente confiable como para usarlo en el aula y planificar actividades.
- Los recursos basados en Internet, donde estén disponibles y accesibles, fueron utilizados en una amplia gama de grupos de asignaturas, no solo STEM, sino también idiomas y humanidades.
- Existe una percepción positiva de la forma en que el currículo escolar fue adaptado a la disponibilidad de las TIC y de Internet.
- Varias escuelas utilizaron los servicios en la nube para el almacenamiento de datos y la provisión de aplicaciones remotas, y se espera que esto aumente a medida que las escuelas se den cuenta de algunas de las ventajas de estos servicios, y los principales proveedores continúen apuntando al mercado educativo.
- Las escuelas con inquietudes sobre la seguridad de los datos tuvieron la opción de aprovechar la conexión a Internet mejorada para alojar servicios localmente.
- El servicio de banda ancha también proporciona algunas ventajas administrativas a las escuelas, como CCTV por Internet y sistemas de gestión de edificios en uso, y las escuelas que utilizan servicios de mensajes de texto en línea (y, en menor medida, redes sociales) para comunicarse con los padres.

La experiencia de Irlanda es en definitiva un buen punto de comparación para Costa Rica, tanto por las similitudes de los países en sus sistemas educativos como por la realización de un proyecto similar de aprovechamiento del internet de banda ancha, aunque deben realizarse algunas observaciones:



- Irlanda comenzó en el año 2005 una estrategia de servicio de internet universal en sus centros educativos, Costa Rica comenzó ese camino en el año 2004, con la firma del convenio suscrito en esa época entre el MEP y el ICE
- Las velocidades de conexión de las escuelas de educación primaria en Irlanda son muy similares a las que Costa Rica tiene hoy día
- Costa Rica cuenta hoy con 800 centros educativos recibiendo internet de banda ancha mediante fibra óptica, número similar a los 750 centros educativos en Irlanda, con una velocidad máxima, también, de 100 Mbps
- Irlanda obtuvo estos logros en el marco de un proyecto planificado de red de internet de banda ancha, mientras que Costa Rica alcanzó este nivel de conexiones en una estrategia limitada a cobertura, sin tomar en cuenta otros componentes propios de una red privada de internet
- Dado lo anterior, los resultados del diseño técnico de la Red Educativa Bicentenario de Costa Rica suponen la construcción de una red muy superior a la que se implemente actualmente en Irlanda, tanto en velocidades de conexión (de hasta 500 Mbps) como en el aprovechamiento de recursos en las plataformas de redes, seguridad, servicio operativo y gestión
- Por lo anterior, se espera que con la Red Educativa Bicentenario Costa Rica pueda disfrutar de al menos los mismos beneficios educativos y sociales que ha experimentado la República de Irlanda, pero incluso con un mayor alcance



III Parte: beneficios de la red; estimación del impacto a largo plazo sobre la productividad del país

Sin las habilidades cognitivas necesarias para competir y prosperar en la economía mundial moderna, muchas personas no pueden contribuir y participar de las ganancias del desarrollo. Hace no muchas décadas atrás, la alfabetización se definía en términos de la capacidad de leer palabras simples. Pero en las sociedades interconectadas de hoy, se trata de mucho más que esa simple concepción. Según la OECD, «*es la capacidad de entender, usar y reflexionar críticamente sobre información escrita, la capacidad de razonar matemáticamente y usar conceptos matemáticos, procedimientos y herramientas para explicar y predecir situaciones, y la capacidad de pensar científicamente y sacar conclusiones basadas en evidencia*» (OECD, 2015, pág. 21).

Hoy, gran parte de la población mundial es analfabeta funcional. Los analfabetos funcionales no tienen las habilidades que los empleadores buscan y que el mercado laboral formal recompensa, lo cual es un problema estructural en el mundo interconectado en el que vivimos, donde las habilidades básicas requeridas no consisten únicamente en poder identificar información y llevar a cabo procedimientos de rutina de acuerdo con instrucciones directas. También incluyen habilidades tales como localizar la información necesaria y hacer inferencias básicas de varios tipos.

Según la UNESCO, «*los requisitos cambiantes en el tipo y nivel de conocimiento, habilidades y competencias para las economías actuales basadas en el conocimiento y las insuficientes oportunidades para acceder a niveles más altos de aprendizaje, incluso para la adquisición de conocimiento y habilidades en TIC ("e-literacy")*», especialmente en los países en desarrollo, están dando como resultado una división del conocimiento, con importantes consecuencias económicas y laborales en



el mundo actual, principalmente impulsado por la tecnología» (UNESCO, 2014, pág. 1)

Es en este marco donde la reducción de la brecha digital juega un rol vital en el crecimiento económico de largo plazo de un país, para tratar de incorporar a todos los ciudadanos en la ola de la llamada Cuarta Revolución Industrial, en la cual incluso se prevé que el 65% de los niños que asisten hoy día a centros educativos llegarán a trabajar en empleos que aún incluso ni existen. Además, se estima que cerca de un 60% de los empleos en que hoy día trabajan los costarricenses tienen una alta probabilidad de ser reemplazados en el futuro por inteligencia artificial, en el proceso de automatización de trabajos rutinarios y que serían fácilmente programables.

La Ley General de Telecomunicaciones de Costa Rica N° 8642, indica en su artículo 32 que uno de los objetivos del acceso universal de las telecomunicaciones es el de *«Reducir la brecha digital, garantizar mayor igualdad de oportunidades, así como el disfrute de los beneficios de la sociedad de la información y el conocimiento por medio del fomento de la conectividad, el desarrollo de infraestructura y la disponibilidad de dispositivos de acceso y servicios de banda ancha»*.

Por tanto, la Red Educativa Bicentenario se convierte en una herramienta fundamental para lograr alcanzar los objetivos de acceso universal y reducir la brecha digital, que en el mediano y largo plazo puede llegar a tener efectos positivos sobre el mercado laboral y la producción en Costa Rica, ¿cuál podría ser ese impacto en el largo plazo? La siguiente sección explica de forma breve esta relación.



La relación entre habilidades y crecimiento económico

Con el objeto de comprender la estructura del crecimiento, la teoría económica ha seguido dos rutas separadas que a veces se intersecan en sus principales premisas. Un camino ha sido el de los modelos teóricos que identifican mecanismos y características específicas de las capitales y trazan sus implicaciones para el crecimiento a través del tiempo. El otro corresponde a los ejercicios empíricos diseñados para extraer regularidades en el crecimiento basadas en las diferencias observadas en los resultados medidos. Si bien ambos pertenecen a dos enfoques a través de los cuales se pudo estudiar el crecimiento económico, su principal similitud radica en el reconocimiento de la importancia del capital humano en el crecimiento económico (Schultz, 1961; Becker, 1964; Mincer, 1974).

Actualmente es reconocido que las mejoras en productividad son fundamentalmente guiadas por las mejoras tecnológicas producto de las invenciones de las personas, que a su vez surgen del conocimiento y las habilidades de la población. Sin embargo, la definición y medición del capital humano no ha escapado de la crítica y la discusión. Desde el porcentaje de la población que sabe leer y escribir hasta la más utilizada medición de la cantidad de años promedio que los habitantes de un país dedican a la educación han tenido sus limitaciones.

Medir el capital humano por el número de años de escolaridad asume implícitamente que un año de escolaridad adicional produce el mismo incremento en el conocimiento y las habilidades sin importar el sistema educativo de que se trate. Adicionalmente, esta medida asume que la educación formal es la única fuente de variación en las habilidades, por lo que factores no escolares tienen en efecto no reconocido por estos enfoques.

Hanushek y Woessman, dos economistas que han dedicado la mayor parte de su carrera académica al estudio del capital humano y sus efectos sobre las economías mencionan que:

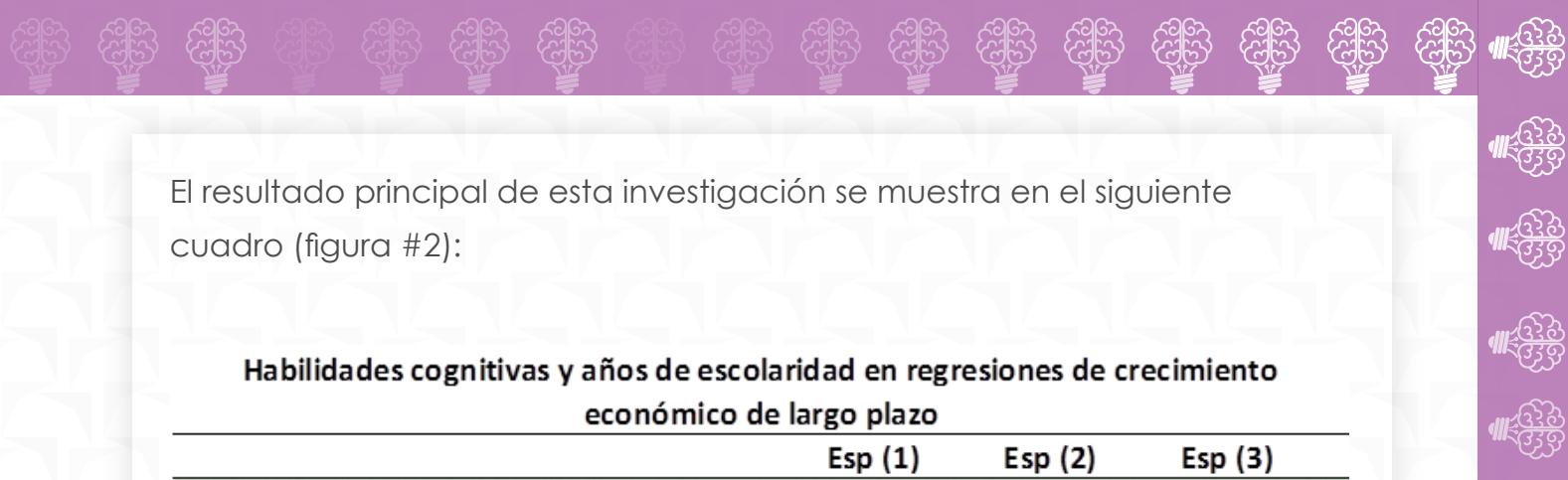


«Cuando se realizan comparaciones internacionales o al evaluar el progreso de un país, se ha puesto muy poca atención a un elemento central: la cantidad de aprendizaje por cada año de escolaridad varía dramáticamente entre países. Si se preguntara directamente, nadie dudaría de que lo que se aprende en un año típico en Japón es distinto de los que se aprende en un año en Perú. Pero es precisamente eso lo que se ha asumido cuando los organismos internacionales evalúan el progreso simplemente contabilizando el número de estudiantes que completan la educación secundaria baja, o cuando los economistas estiman un impacto común de la asistencia escolar en resultados económicos entre países» (Hanushek & Woessmann, 2015, pág. 27).

Por este motivo, estos autores realizaron un novedoso estudio para determinar una medición de las habilidades y el conocimiento que tuviera mayor relación con el crecimiento económico (Hanushek & Woessmann, 2015). Para desarrollar una medición común de las habilidades entre países, los investigadores recurren a evaluaciones internacionales de los logros de los estudiantes, que proveen de una medición consistente de las habilidades en matemáticas, ciencias y lectura entre países⁴.

Al utilizar datos de todas las evaluaciones internacionales que han sido aplicadas alrededor del mundo entre los años 1960 y 2000 (FIMS, TIMSS, SIMS, FISS, PISA, PIRLS), los autores analizan la relación entre el rendimiento académico de los estudiantes en un momento dado junto con la tasa de crecimiento anual del país, partiendo de la hipótesis de que los puntajes promedio de los estudiantes para un país tienden a ser relativamente estables a través del tiempo, y que las diferencias entre los países son un buen proxy para medir las diferencias relativas en habilidades de sus fuerzas de trabajo.

⁴Para comprender mejor los retos del desarrollo de esta medición, la comparabilidad internacionales y los detalles metodológicos y estadísticos, se debe consultar el capítulo 2 del libro *The Knowledge Capital of Nations* (Hanushek & Woessmann, 2015).



El resultado principal de esta investigación se muestra en el siguiente cuadro (figura #2):

Habilidades cognitivas y años de escolaridad en regresiones de crecimiento económico de largo plazo

	Esp (1)	Esp (2)	Esp (3)
Habilidades cognitivas	2,015 *** (10.68)	1,98 *** (9.12)	
Años iniciales de educación (1960)	0,369 *** (3.23)	0,026 (0.34)	
PIB per cápita (1960)	-0,379 *** (4.24)	-0,287 *** (9.15)	-0,302 *** (5.54)
Constante	2,785 *** (7.41)	-4,827 *** (6.00)	-4,737 *** (5.54)
Número de países	50	50	50
R2 (ajustado)	0,252	0,733	0,728

Notas: Variable dependiente: tasa de crecimiento anual promedio en el PIB Per cápita, 1960 a 2000. La medida de habilidades cognitivas se refiere a la puntuación promedio en todas las evaluaciones internacionales estandarizadas de 1964 a 2003. Estadístico T entre paréntesis: significancia estadística al 1%***.

Fuente: Hanushek y Woessmann, 2015.

Figura #2. Habilidades cognitivas y años de escolaridad.

Elaboración propia con datos de Hanushek y Woessmann (2015). The knowledge capital of nations: Education and the economics of growth.

Basado en la medición más depurada del capital humano calculado desde los puntajes de cada país en evaluaciones internacionales estandarizadas, el cuadro anterior presenta la relación entre resultados educativos y la tasa de crecimiento económico de largo plazo. La inclusión de la variable del PIB per cápita inicial refleja el hecho de que es más fácil para los países crecer cuando se encuentran alejados de la frontera tecnológica, porque sólo necesitan imitar lo que han hecho otros países en lugar de inventar nuevas soluciones para incrementar su producción.



El cuadro anterior (figura # 2) muestra tan sólo tres de las siete especificaciones estimadas por los autores en su libro, simplemente para hacer referencia al resultado central. Cuando las habilidades cognitivas no se incluyen (especificación 1), los años de escolaridad en 1960 están estadísticamente asociados con la tasa de crecimiento anual promedio (el resultado usual durante décadas). Sin embargo, cuando la medición de las habilidades cognitivas desarrollada por los autores se introduce en el modelo (especificaciones 2 y 3), estas habilidades cognitivas son altamente significativas e incluso, los años de escolaridad pasan a ser una variable estadísticamente no significativa (especificación 3). La figura #2 refleja que la variación del crecimiento entre países explicada por el modelo se incrementa desde un R-cuadrado de 0.25 a uno de 0.73.

En palabras sencillas, como una medida de la capacidad de ajuste del modelo, utilizar los años de escolaridad revela un ajuste de apenas el 25%, mientras que, al utilizar las habilidades cognitivas, el ajuste del modelo se incrementa hasta el 73%, lo que refuerza el resultado de que la medición del capital humano es más precisa al utilizar *The Knowledge Capital of Nations* en lugar de los años de escolaridad promedio.

Este resultado es de suma importancia para las simulaciones que serán realizadas en este documento, debido a que serán el punto de partida para proyectar los beneficios de la Red Educativa Bicentenario sobre el rendimiento académico de los estudiantes y el crecimiento económico de largo plazo del país. El coeficiente estimado en la variable de habilidades cognitivas implica que un incremento de una desviación estándar en el rendimiento educativo (por ejemplo, 100 puntos en la escala de la prueba PISA) conduce a una tasa de incremento promedio anual luego de 40 años de observación que es de dos puntos porcentuales.



El impacto económico de largo plazo en la red

En esta sección se construirán algunos escenarios para modelar la relación entre la construcción e implementación de la Red Educativa Bicentenario y la tasa de crecimiento económico de Costa Rica en el largo plazo.

Simulaciones y proyecciones

Las proyecciones que a continuación se realizan se basan en la descripción de como las habilidades ingresan al mercado laboral y tienen un impacto sobre la economía. Se espera que la implementación de la Red Educativa Bicentenario (que no se limita a proveer el servicio de internet, sino a todo el acompañamiento pedagógico y los beneficios del uso de una red privada en centros educativos) incremente las habilidades cognitivas de los estudiantes que actualmente carecen de una plataforma similar a la que se espera crear (de otra forma, no tendría ningún sentido la implementación de este proyecto).

Los escenarios que serán simulados asumirán que la mejora en los aprendizajes de los estudiantes no ocurre de forma inmediata, sino que requieren de tiempo. Particularmente, se modelará una situación en la que se tomará 5 años para poder establecer todas las bases para crear, coordinar y articular la reforma educativa, es decir, se asumirá que del año 2019 y hasta el año 2023 el Gobierno de la República realizará todos los esfuerzos requeridos para dejar implementada la plataforma tecnológica de la Red Educativa de una forma escalable (según Plan Nacional de Desarrollo podría ocurrir en el 2021), así como otras reformas de índole curricular que, en su conjunto estarán listas al finalizar el año 2023.

Esto implica que será hasta el año 2024 en el que se asumirá que todos los estudiantes del sistema educativo serán beneficiados con la reforma integral de la Red Educativa Bicentenario.



A partir de ese año, el MEP estará egresando individuos que culminan la educación secundaria y que tendrán algún beneficio de la Red Educativa, de acuerdo con las metas establecidas a alcanzar con la Red. Durante los primeros 20 años (2024 - 2043) es asume que el MEP estará en etapa de incrementar paulatinamente las habilidades de los estudiantes, hasta alcanzar el máximo posible en el año 2043, a partir del cual todo nuevo estudiante que ingrese al sistema educativo se verá beneficiado con el nuevo stock de altas habilidades ofrecido por el MEP, alcanzado con la reforma de la Red Educativa.

Además, la fuerza de trabajo aumentará su productividad conforme un número mayor de nuevos trabajadores, mejor entrenados y capacitados, ingresan a este con el fin de reemplazar a los individuos menos habilidosos que se retiran del mismo. El análisis asume que un trabajador permanece en la fuerza de trabajo por 40 años, lo que implica que la fuerza de trabajo no estaría conformada en su totalidad por trabajadores totalmente capacitados hasta que hayan pasado 60 años (20 años de la reforma educativa y 40 años para el reemplazo generacional en la fuerza de trabajo en su totalidad). Sin embargo, en el caso que será simulado para Costa Rica, se tomará en cuenta el hecho de que actualmente, apenas poco más de la mitad de los jóvenes logran finalizar la educación secundaria, por lo que se asumirá durante todo el periodo que la tasa de finalización se mantendrá en 50%, lo que significa que realmente, la fuerza de trabajo nunca estará conformada en su totalidad por trabajadores totalmente capacitados.

La tasa de crecimiento de la economía es calculada cada año y hacia el futuro basada en las habilidades promedio de los trabajadores (que cambia cada vez que nuevos trabajadores más capacitados ingresan al mercado laboral). La ganancia en el PIB es entonces estimada con una fuerza de trabajo mejorada sobre el PIB con respecto a la fuerza de trabajo actual, desde el 2024 y hasta el 2100 (ver anexo 3). Las ganancias futuras en el PIB son descontadas al presente con una tasa de descuento



del 3%. El valor presente de futuras ganancias en el PIB es así directamente comparable con los niveles actuales del PIB (ver Anexo 3 con los detalles técnicos).

En síntesis, el MEP trabajará durante 5 años a partir del año 2019 en crear la infraestructura tecnológica para llevar la Red Educativa Bicentenario a todos los centros educativos, y dado que el proyecto es escalable y requiere de otras acciones de índole pedagógico más allá de llevar el servicio de internet a cada escuela del país, se considera que en el año 2023 el MEP estará listo para comenzar a implementar la reforma educativa más ambiciosa de los últimos años. Esta reforma vendría acompañada de una meta cuantificable para elevar el nivel de habilidades de los estudiantes, aumentándolos desde su situación actual hasta una nueva situación que sería alcanzable gracias a la implementación de la reforma de la Red Educativa. El pasar del nivel actual de habilidades hasta uno más alto sería una labor demandante y ambiciosa, que se considera tomaría 20 años en ser alcanzada, con mejoras constantes anualmente. Al graduar personas más capacitadas, el mercado laboral mejoraría su productividad y esto produciría ganancias directamente en la producción del país.

La relación entre habilidades y acceso al uso de internet

Usualmente, las políticas educativas se centran en proveer factores fácilmente cuantificables en los sistemas educativos, como dinero, infraestructura, equipo y mobiliario, libros, entre otros.

Estas políticas son las más usadas porque son fáciles de administrar y son visibles a la sociedad en general, por lo que son políticamente viables, pero mejorar o incrementar la dotación de estos factores no se traduce necesariamente en una mejora en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, el impacto de los recursos en el aprendizaje de los estudiantes puede ser limitado porque estos no necesariamente son



colocados con el propósito de mejorar el aprendizaje del estudiante. Los centros educativos y los sistemas escolares son lugares altamente politizados donde las decisiones son tomadas por un número de razones, de las cuales mejorar el aprendizaje de los estudiantes puede ser solo una. (Vegas & Petrow, 2007, pág. 6)

Una de las variables que ha tomado relevancia en estudios recientes sobre el impacto de diferentes factores en el rendimiento académico es el acceso y aprendizaje de las tecnologías de información y comunicación (TICs), ya que estas:

«[...] tienen el potencial de mejorar el aprendizaje de los estudiantes. [...] Como las TICs están cada vez más presentes en la vida cotidiana y en el trabajo, los conocimientos computacionales se han convertido en un requisito básico para muchos trabajos». (Ídem)

Así, muchos países han optado por políticas educativas en la que se destinan una mayor cantidad de recursos económicos para instalar o incrementar el equipamiento tecnológico de los centros educativos, ya que

«Invertir en TICs es visto en el plano educativo como un camino primario para preparar a las personas a las nuevas demandas del mercado laboral y, a la vez permitir que las poblaciones más vulnerables puedan desarrollar las competencias necesarias para tener igualdad de acceso a oportunidades de empleo». (Urzúa & Veramendi, 2011, pág. 119).

Según la CEPAL, el acceso que los jóvenes puedan tener a las tecnologías de información y comunicación es el componente que ha tenido mayor desarrollo entre las políticas implementadas en América Latina:

«En efecto, se han hecho significativas inversiones en la instalación de infraestructura y equipamiento tecnológico en las escuelas, lo que ha



facilitado que estas se conviertan en una puerta de entrada al mundo digital para amplios sectores de la población. La gran deuda, que plantea un gran desafío, es ahora incorporar las tecnologías digitales a los ambientes de aprendizaje y las instituciones educacionales, lo que trasciende aspectos puramente técnicos e involucra diversas variables, como las metodologías pedagógicas y los contenidos o materiales curriculares.» (Bárcena, Prado, Hopenhayn y Pérez, 2014).

La mayoría de las investigaciones que estudian el impacto de las TIC's sobre el rendimiento educativo se basan en la evaluación de las políticas de equipamiento (como computadoras u otros dispositivos). Sin embargo, no existe ninguna investigación que ligue la implementación de una reforma integral como la Red Educativa (que incluye el equipamiento en centros educativos) con aumentos en la productividad de las economías.

Es por esta razón que para esta investigación serán propuestas tres posibles escenarios de incremento en las habilidades de los estudiantes sobre los que podría actuar la reforma de la Red Educativa.

Los escenarios simulados

Como se evidenció en la sección de experiencias internacionales, la implementación de una red de internet de banda ancha tiene una serie de ventajas y beneficios que, en la teoría, se derivan de proyectos de esa magnitud. Incluso existen ganancias en el corto plazo del acceso y uso de las plataformas tecnológicas que pueden ser transportadas a través de la red de internet para centros educativos, como mejora de procesos, mejora de la percepción docente en su actitud hacia el uso de ITC's, entre otros similares.

No obstante, la aparición del Internet a nivel mundial es un hecho tan reciente (década de los 60's) como su utilización en redes de colaboración



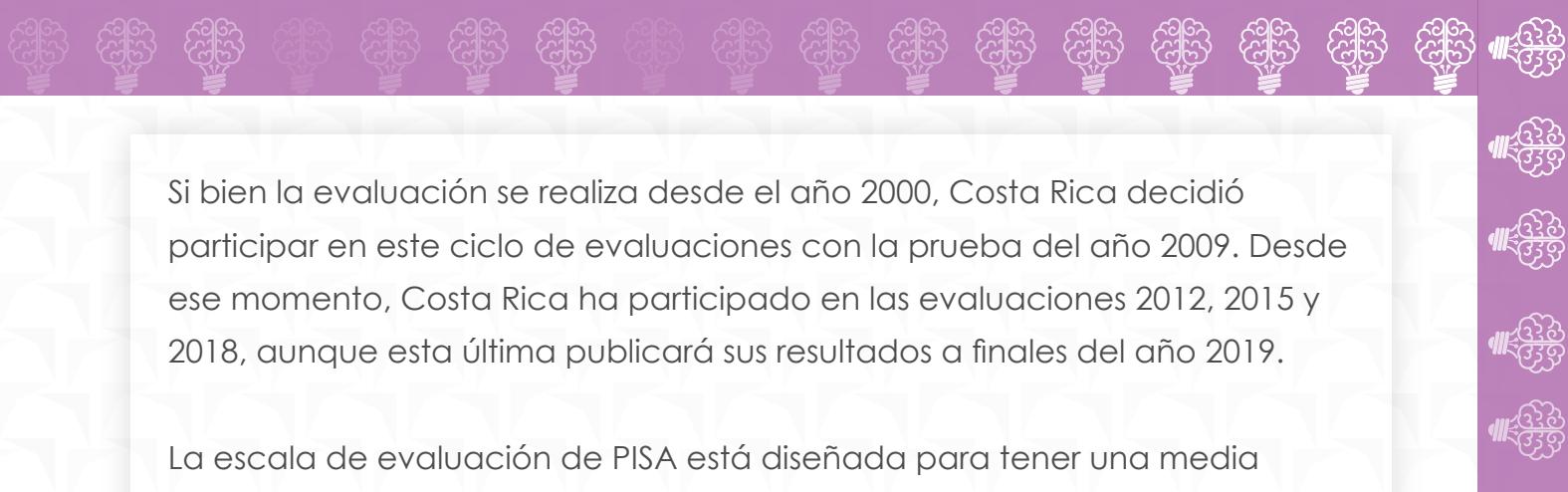
en los primeros sistemas educativos que la aplicaron (décadas de los 90's), por lo que los ejemplos de establecimientos de redes educativas basadas en internet de banda ancha es una historia aún en construcción, lo que implica que aún no se dispone de evidencia internacional fehaciente del impacto de largo plazo de la utilización de una red privada de internet en centros educativos con el objetivo de mejorar las habilidades de sus estudiantes. Es por este motivo que, para poder definir el alcance esperado de la reforma educativa de la Red, se procederá a formular tres posibles escenarios sobre los cuales podría actuar esta red. La diferencia entre cada escenario consiste básicamente en el alcance o meta a la que se espera llevar el nivel de habilidades de los estudiantes con respecto a la situación actual.

La evaluación internacional PISA

El Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA- *Programme for International Student Assessment*) es un esfuerzo conjunto entre los países miembros de la OCDE que busca medir la capacidad que tienen los estudiantes en edad de 15 años y que se acercan a concluir el ciclo de escolaridad obligatoria, para afrontar los retos de la sociedad actual.

La evaluación tiene una visión a futuro: en lugar de centrarse en evaluar conocimientos específicos de acuerdo con los currículos o planes de estudio de cada centro educativo, se valora la capacidad que tienen los estudiantes para utilizar su conocimiento y habilidades para afrontar retos de la vida real.

Las encuestas y evaluaciones de PISA se realizan cada tres años y aunque todas miden habilidades y conocimientos en lectura, ciencias y matemáticas, cada evaluación se enfatiza en una de estas tres áreas, dedicando cerca del 60% de los ítems a la evaluación del área en la que se enfoca la prueba.



Si bien la evaluación se realiza desde el año 2000, Costa Rica decidió participar en este ciclo de evaluaciones con la prueba del año 2009. Desde ese momento, Costa Rica ha participado en las evaluaciones 2012, 2015 y 2018, aunque esta última publicará sus resultados a finales del año 2019.

La escala de evaluación de PISA está diseñada para tener una media de 500 puntos, una puntuación máxima de 800 puntos, y una desviación estándar de 100 puntos⁵ Durante los tres momentos en que Costa Rica ha participado, el resultado promedio de los estudiantes se resume en el siguiente cuadro (figura #3):

Costa Rica: Puntuación promedio, error estándar y diferencia en PISA 2009-2012										
Asignatura	2009		2012		2015		2009-2012*	2012-2015**		
	Media	e.e.	Media	e.e.	Media	e.e.				
Mate	409,39	2,98	407,00	3,04	400,25	3,28	-2,39	4,84	-6,75	3,14
Lectura	442,58	3,17	440,55	3,50	427,49	3,68	-2,03	5,39	-13,06	3,53
Ciencias	430,48	2,76	429,35	2,94	419,61	2,91	-1,13	4,50	-9,74	3,13

*Las diferencias entre el año 2009 y 2012 no son estadísticamente significativas.

**La reducción del año 2012 al año 2015 sí es estadísticamente significativa.

Figura #3. Puntuación promedio en PISA 2009-2012. Elaboración propia.

En general, los estudiantes costarricenses de 15 años tienen puntuaciones promedio más altas en lectura que en ciencias y matemáticas (con diferencias internas por sexo y por sector educativo). Durante los años 2009 y 2012, la puntuación de los estudiantes costarricenses se mantuvo estancada en cerca de 440 puntos en lectura, 430 puntos en ciencias y 409 puntos en matemáticas, pero en el año 2015 sí ocurrió una disminución significativa en los promedios país.

⁵Los valores del rendimiento de los estudiantes en las evaluaciones son considerados como variables latentes continuas, lo que significa que se tratan como cantidades que son medibles pero para las que no existe un instrumento de medida, ya que los ítems no son evaluados con puntuaciones específicas, sino que PISA define escalas a partir de las cuales se realizan las comparaciones. Así, para facilitar la interpretación de las notas asignadas a los estudiantes, las escalas en lectura, matemáticas y ciencias fueron diseñadas para tener una nota promedio de 500 puntos y una desviación estándar de 100 puntos para los países miembros de la OECD. Esto significa que cerca de dos tercios de los estudiantes de países miembros de la OECD obtienen notas entre los 400 y 600 puntos. A estos valores del rendimiento de los estudiantes se les llama Valores Plausibles.



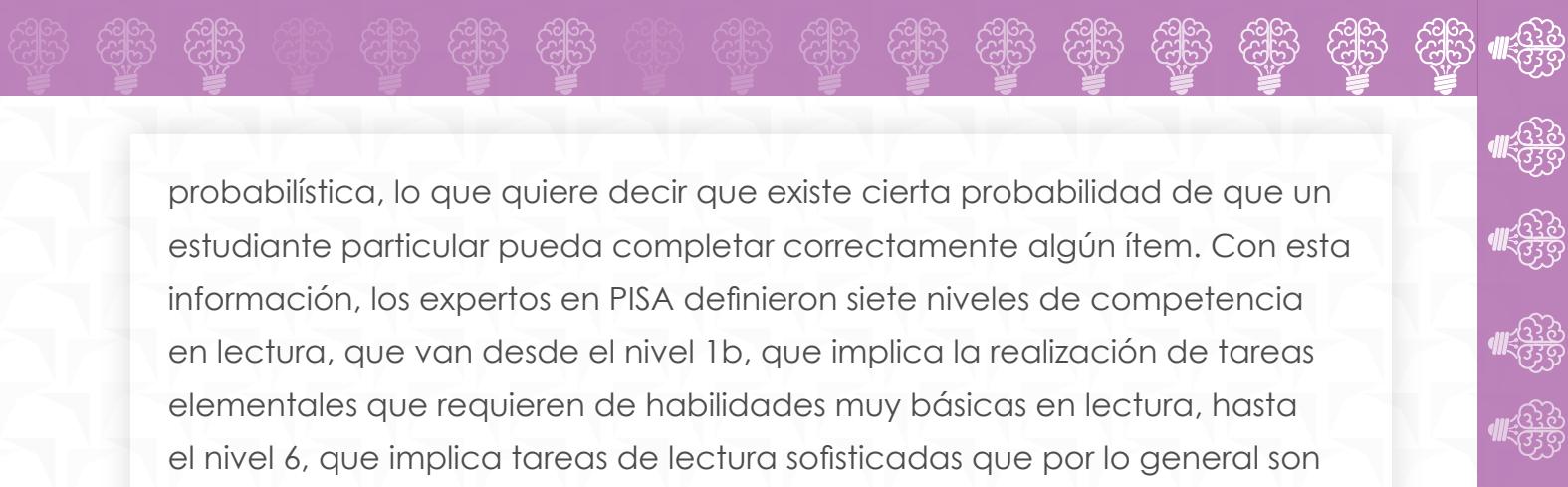
Pero más allá de entrar a detallar los factores asociados con la evolución del puntaje de los estudiantes costarricenses participantes en la evaluación PISA (véase (Fernández Aráuz & Del Valle Alvarado, 2013), (Fernández Aráuz, 2014), (Fernández, 2017)), el interés en el uso de los resultados de la evaluación PISA es poder modelar, a través de los microdatos, el posible impacto de la Red Educativa Bicentenario sobre las habilidades y competencias de los estudiantes.

Niveles de competencia en la evaluación PISA

PISA no sólo reporta el rendimiento de los estudiantes como un puntaje general, sino también en términos del contenido evaluado, ubicando a los estudiantes en una escala que describe lo que los estudiantes saben y pueden hacer. A estas escalas se les llama «escalas de competencia» en lugar de «escalas de desempeño» ya que reportan lo que los estudiantes saben y pueden hacer a ciertos niveles en lugar de lo que hicieron los estudiantes en la evaluación (una única ocasión). Se establece así ya que PISA está interesado en obtener el nivel de competencia general del estudiante, y no el rendimiento mostrado en una prueba específica.

El diseño de la evaluación de la prueba de PISA hace esto posible al utilizar técnicas modernas de modelación de respuestas a los ítems para estimar, simultáneamente, la habilidad de todos los estudiantes que fueron evaluados y la dificultad de todos los ítems de la evaluación. La metodología de PISA se fundamenta en muestras de estudiantes y de ítems para efectuar estimaciones poblacionales: una muestra de estudiantes de 15 años es seleccionada para representar a toda la población de 15 años del país, y una muestra de ítems de un gran conjunto de estos es administrada a cada estudiante.

La relación entre la habilidad del estudiante y la dificultad de los ítems es



probabilística, lo que quiere decir que existe cierta probabilidad de que un estudiante particular pueda completar correctamente algún ítem. Con esta información, los expertos en PISA definieron siete niveles de competencia en lectura, que van desde el nivel 1b, que implica la realización de tareas elementales que requieren de habilidades muy básicas en lectura, hasta el nivel 6, que implica tareas de lectura sofisticadas que por lo general son sólo capaces de ser completadas por los lectores altamente competentes. PISA considera al nivel 2 como el nivel básico de competencias, en el que los estudiantes comienzan a demostrar las habilidades en lectura que les permitirá participar eficazmente en la vida productiva.

En la evaluación del año 2015, el 40% de los estudiantes costarricenses tuvieron rendimientos inferiores al nivel básico, mientras que el 35% se ubicó en ese nivel básico. En los países miembros de la OCDE, en promedio, 20% están debajo del nivel básico y 23% en ese nivel.

Porcentaje de estudiantes en cada nivel de la escala de competencia en lectura. PISA 2015 (países seleccionados)

País	Debajo Nivel 1b	Nivel 1b	Nivel 1a	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Korea	0,7	3,4	9,5	19,3	28,9	25,5	10,8	1,9
United States	1,1	4,8	13,0	22,9	28,0	20,5	8,2	1,4
Promedio OCDE	1,3	5,2	13,6	23,2	27,9	20,5	7,2	1,1
Uruguay	3,0	12,5	23,5	27,8	21,3	9,3	2,3	0,2
Chile	1,3	7,4	19,8	29,9	27,0	12,4	2,2	0,1
Brazil	7,1	17,4	26,5	25,0	16,2	6,4	1,3	0,1
Costa Rica	1,7	10,3	28,3	34,6	19,2	5,2	0,6	0,0
Mexico	2,0	11,4	28,4	34,2	19,5	4,2	0,3	0,0
Peru	6,4	19,2	28,3	27,3	15,0	3,5	0,3	0,0

Debajo Nivel 1B: 262 puntos o menos; Nivel 1B: De 262 a 334 puntos; Nivel 1A: De 334 a 407 puntos; Nivel 2: de 407 a 480 puntos; Nivel 3: de 480 a 553 puntos; Nivel 4: de 553 puntos a 626 puntos; Nivel 5: de 626 puntos a 698 puntos; Nivel 6: de 698 puntos a 800 puntos.

Figura #4. Porcentaje de competencia de lectura PISA 2015. Elaboración propia.



Escenario 1: llevar a todos los estudiantes al nivel de competencias básicas

Como fue mencionado, la evaluación PISA considera que el nivel 2 es un nivel mínimo de competencias que debe tener un estudiante. Para estar en este nivel, se requiere alcanzar un mínimo de 407 puntos (de 800 posibles) y un máximo de 480 puntos.

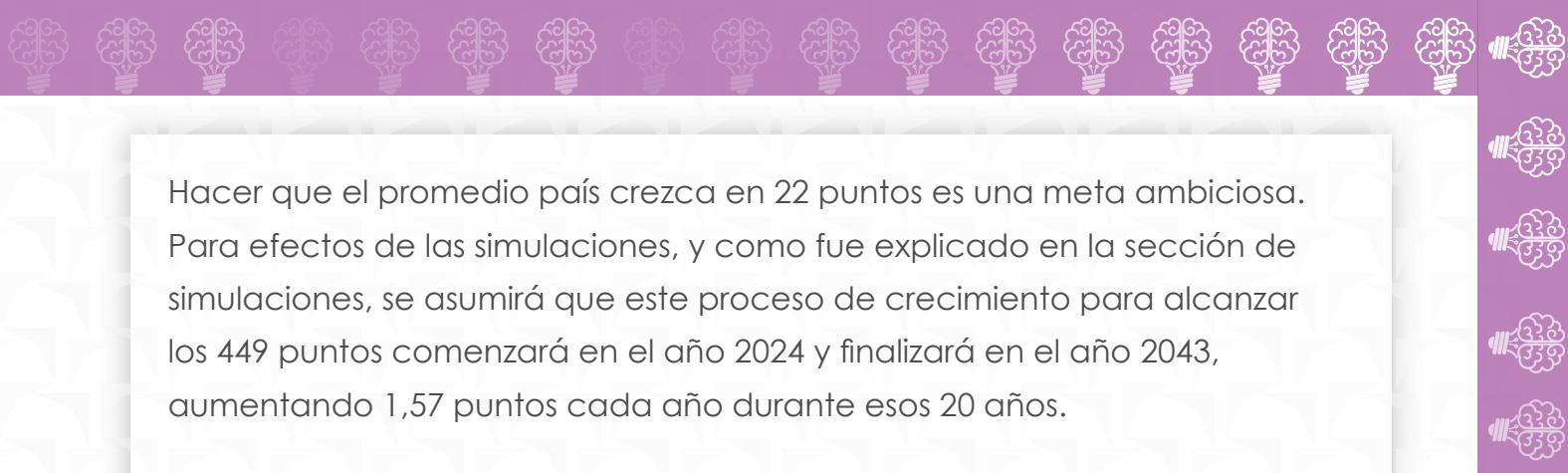
Según la propia definición de PISA, la descripción de este nivel para el caso de la evaluación lectora es la siguiente:

«Algunas tareas en este nivel requieren que el lector localice una o más piezas de información, lo que puede requerir de la inferencia y cumplir con varias condiciones. Otras tareas requieren reconocer la idea principal en un texto, comprender las relaciones o construir un significado dentro de una parte limitada del texto cuando la información no es prominente y el lector debe hacer inferencias de bajo nivel. Las tareas a este nivel pueden incluir comparaciones o contrastes basados en una sola característica en el texto. Las tareas reflexivas típicas en este nivel requieren que los lectores hagan una comparación o varias conexiones entre el texto y el conocimiento externo, basándose en experiencias y actitudes personales.»

Como se muestra en el cuadro anterior (figura #4), el 40% de los estudiantes costarricenses no logran alcanzar este nivel básico en la evaluación PISA del área lectora. Este escenario, por lo tanto, proponer llevar a ese 40% de estudiantes desde sus bajas puntuaciones hasta un nivel de 407 puntos.

La puntuación promedio actual de Costa Rica en evaluación lectora es de 427 puntos⁶. Al simular la meta de que el 40% de los estudiantes adquieran el nivel mínimo de habilidades e incrementarles su puntuación hasta 407 puntos, el promedio país crecería hasta los 449 puntos, un aumento general de 22 puntos.

⁶Promedio ponderado utilizando únicamente el valor plausible 1 de lectura (PV1READ).



Hacer que el promedio país crezca en 22 puntos es una meta ambiciosa. Para efectos de las simulaciones, y como fue explicado en la sección de simulaciones, se asumirá que este proceso de crecimiento para alcanzar los 449 puntos comenzará en el año 2024 y finalizará en el año 2043, aumentando 1,57 puntos cada año durante esos 20 años.

Escenario 2: llevar a todos los estudiantes que accedan tardíamente al uso del internet al nivel de competencias básicas

Es muy posible que el cumplimiento de la meta establecida en el escenario anterior se encuentre sumamente condicionada al cumplimiento de otros factores externos, ajenos al proyecto de Red Educativa, relacionados con la condición socioeconómica de los estudiantes, el ambiente familiar en el que se desarrollan, entre otros.

Por este motivo, una variante a la meta anterior sería la de lograr que algunos de los estudiantes que puntuán por debajo nivel básico logren alcanzarlo. En este caso, es factible pensar que los más beneficiados del proyecto (que se basa en internet de banda ancha) sean aquellos estudiantes que, actualmente, tienen un contacto tardío con el mundo de las telecomunicaciones.

Edad de uso por primera vez del servicio de Internet de los estudiantes participantes en PISA 2015

Rango de edad	% de estudiantes	Promedio lectura
6 años o menos	9	449
7 a 9 años	32	443
10 a 12 años	35	428
13 años o más	14	404
No responde	10	310

Figura #5. Edad de uso por primera vez del servicio de internet PISA 2015.
Elaboración propia.



Como se aprecia en el cuadro anterior (figura #5), en la evaluación PISA del año 2015 sólo un 9% de los estudiantes afirman haber hecho uso del Internet a la edad de seis años o antes, mientras que un 32% lo hizo entre los 7 y 9 años de edad. Esto implica que el 59% de los estudiantes tuvo un acceso tardío al servicio de internet, a los 10 años o después⁷.

Por lo tanto, en este escenario será simulada la mejora en el puntaje de los estudiantes que no alcanzaron el nivel básico de competencia lectora y que además hicieron uso del internet por primera vez a la de edad de 10 años o después. Siendo así, se simulará la mejora en el rendimiento educativo del 26% de los estudiantes participantes en PISA 2015.

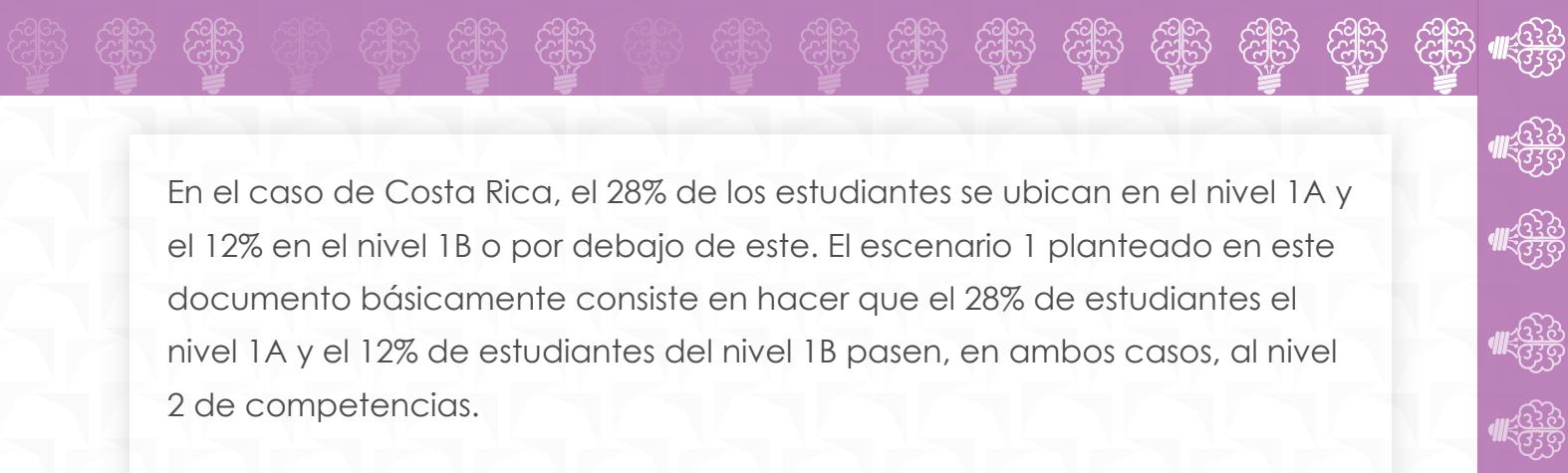
La puntuación promedio actual de Costa Rica en evaluación lectora es de 427 puntos. Al simular la meta de que el 26% de los estudiantes que tuvieron acceso tardío al servicio de internet adquieran el nivel mínimo de habilidades e incrementarles su puntuación hasta 407 puntos, el promedio país crecería hasta los 441 puntos, un aumento general de 14 puntos.

Para efectos de las simulaciones se asumirá que este proceso de crecimiento para alcanzar los 441 puntos comenzará en el año 2024 y finalizará en el año 2043, aumentando un punto (1 punto) cada año durante esos 20 años.

Escenario 3: Llevar a todos los estudiantes con el nivel de competencias más bajo al siguiente nivel

Por debajo del nivel básico de competencias (nivel 2) se encuentra el nivel 1. Debido al aumento en la participación de países con bajos niveles de desempeño en la evaluación PISA (incluyendo países latinoamericanos), la OCDE decidió dividir este nivel 1 en dos subniveles, 1A y 1B, para poder visualizar con mayor claridad el porcentaje de estudiantes en cada uno de esos subniveles de muy bajo desempeño.

⁷Se asume que en la categoría de no responde, los estudiantes hicieron uso del internet luego de los 10 años de edad.



En el caso de Costa Rica, el 28% de los estudiantes se ubican en el nivel 1A y el 12% en el nivel 1B o por debajo de este. El escenario 1 planteado en este documento básicamente consiste en hacer que el 28% de estudiantes el nivel 1A y el 12% de estudiantes del nivel 1B pasen, en ambos casos, al nivel 2 de competencias.

En este tercer escenario, la mejora en los rendimientos se plantea como una más modesta, pero igualmente retadora. En este caso, el escenario consiste en lograr que el 12% de los estudiantes que están en el nivel 1B o por debajo de este (menos de 334 puntos) pasen al nivel 1A.

En este caso, el promedio país pasaría de 427 puntos a 431 puntos, un incremento de 4 puntos. Para efectos de las simulaciones se asumirá que este proceso de crecimiento para alcanzar los 431 puntos comenzará en el año 2024 y finalizará en el año 2043, aumentando 0,31 puntos cada año durante esos 20 años.

El costo de la inversión

En el marco del proyecto de la Red Educativa Bicentenario, se generó un producto titulado «DISEÑO DE LA “RED EDUCATIVA DEL BICENTENARIO” PARA LOS CENTROS EDUCATIVOS Y DEPENDENCIAS DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN PÚBLICA», elaborado por la empresa SPC Internacional S.A., quien fue adjudicada mediante CONCURSO FOD-CD-0001-2019-FONDOS PROPIOS.

Este diseño técnico consiste en un documento de 600 páginas que incluye todos los aspectos técnicos que serán considerados para la construcción de un proyecto de tanta envergadura.

Uno de los productos que la empresa debió realizar fue la elaboración de un estudio de mercado que permitiera dimensionar el costo del proyecto. Sin entrar en mayores detalles, la siguiente tabla (Tabla 1) resume los



promedios de costos según información suministrada por proveedores del servicio de Internet⁸:

Costo de las capas (Proyección de Costos a 10 años)	Internet Dedicado	Tradicional (Broadband)	Híbrido
Servicios de Operación y Gestión	\$24.854.400	\$24.854.400	\$24.854.400
Plataforma de Redes y Seguridad	\$188.523.215	\$189.513.589	\$188.523.215
Infraestructura Pasiva y Electromecánica	\$28.818.578	\$29.861.137	\$28.818.578
Enlaces de Datos / Conectividad	\$885.061.609	\$75.545.265	\$515.300.347
Monto Total de todos los elementos y servicios (10 años)	\$1.127.257.802	\$319.774.391	\$757.496.540
Monto Anual de todos los elementos y servicios (Asumiendo 10 años)	\$112.725.780	\$31.977.439	\$75.749.654

Tabla 1. Costo de las capas. Elaboración propia.

El cuadro anterior (tabla 1) muestra tres escenarios de promedios, que se diferencian entre sí básicamente en la tecnología de conexión, donde el Internet Dedicado representa el uso exclusivo de fibra óptica y MPLS con enlaces dedicados punto a punto, mientras que el Internet Tradicional (Broadband) se basa en el uso de otros tipos de tecnologías distintas de MPLS pero que igualmente cumplen con los requerimientos mínimos que garanticen una excelente experiencia del usuario, es decir, en ambos casos la calidad del servicio para los estudiantes está garantizada. Finalmente, el escenario Híbrido es una mezcla de ambos.

Dado que el escenario con Internet Broadband es del de costo más reducido (dados el menor costo del pago mensual de la factura de Internet), se considerará este como el costo de referencia para ejecutar el proyecto.

De esta forma, los beneficios sobre la producción nacional que serán estimados en los distintos escenarios de proyecciones serán contrastados

⁸No incluye los costos por el servicio de Telefonía IP que sí fueron contemplados en el estudio de mercado, ya que se decidió no incluirlo en la primera etapa de construcción de la red debido a que no se percibe mayor valor agregado de su uso.



contra el costo financiero de la inversión del proyecto, para obtener el resultado de los posibles beneficios netos en términos económicos⁹.

Resultados: una política de estado de largo plazo

Según lo recopilado con anterioridad, fueron modelados los tres escenarios del posible impacto de la reforma integral de la Red Educativa sobre las habilidades de los estudiantes y la mejora futura en el mercado laboral. Estos tres escenarios hubieron estimados tanto con los parámetros base de crecimiento económico proyectado (4,8%) y de impacto de las habilidades sobre el crecimiento económico (1,94), como son los parámetros “pesimistas” (más reducidos) en ambos casos (1,5% y 1,47, respectivamente).

Visualmente, los siguientes gráficos (figura #6) reflejan que efectivamente, los escenarios 1 y 2 (que suponen un mayor impacto de la Red sobre las habilidades de los estudiantes) producirían retornos a la inversión mucho más antes que el escenario 3, tanto con los parámetros base como con los parámetros pesimistas.

⁹Adicional al costo relevado en la tabla anterior, se están incluyendo los costos del servicio de internet actual (sin red) y de la consultoría realizada por la FOD para contratar el diseño técnico. Además, para los primeros años de la Red, se está asumiendo que el proyecto no pagará en su totalidad el costo anual reflejado en la tabla anterior, sino una fracción del mismo dado el tiempo que tomará conectar a todos los centros educativos en la proyección escalable. Como referencia, se están asumiendo las facciones de conectividad establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo: 600 de 4000 en el primer año, 2000 de 4000 en el segundo año y la totalidad a partir del año 3.

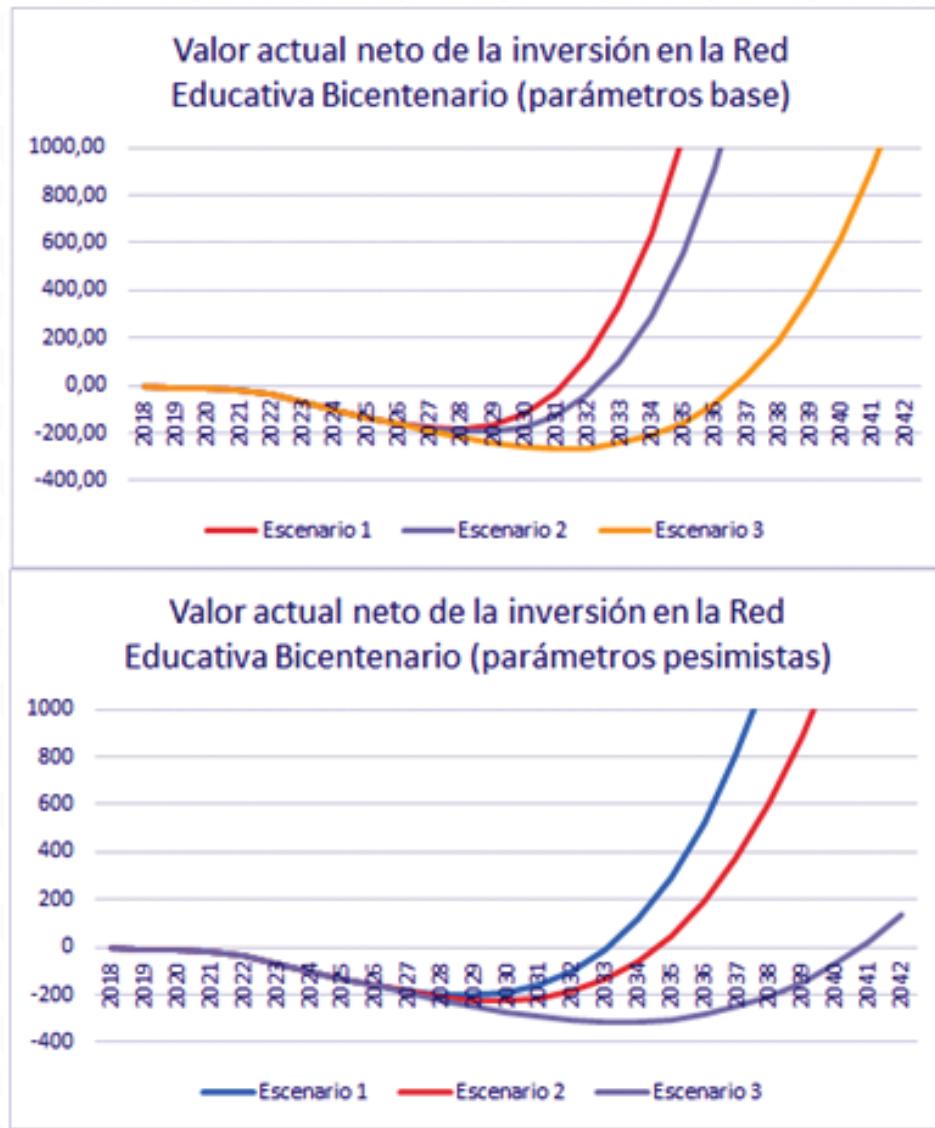
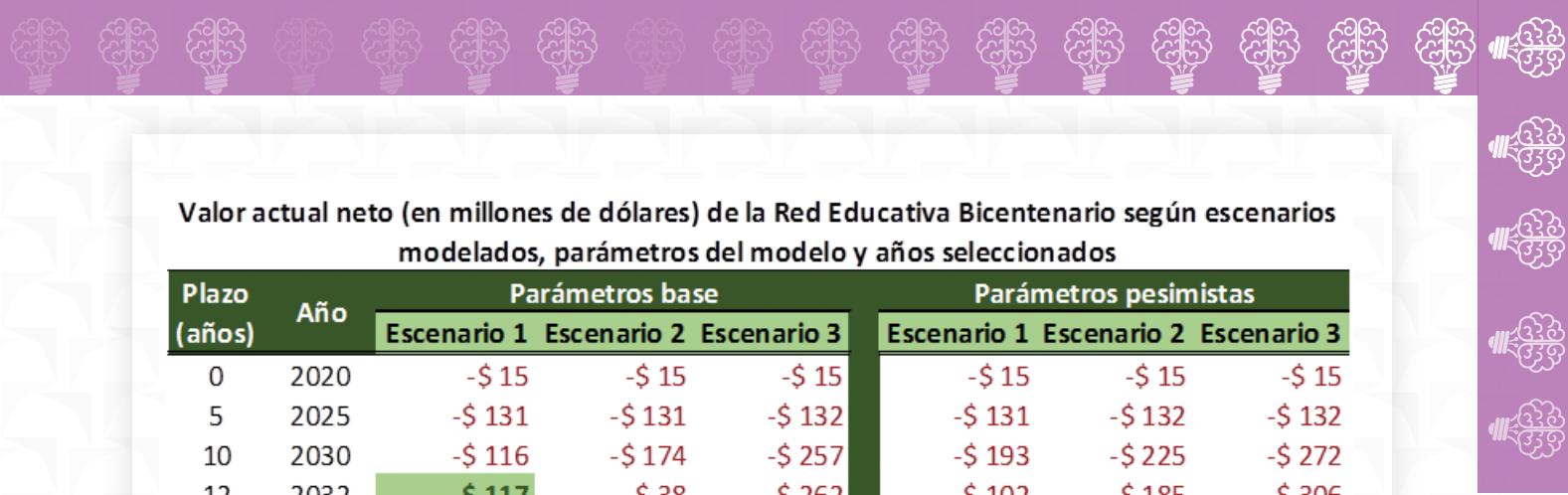


Figura #6. Gráficos sobre valor actual neto. Elaboración propia.

Como fue mencionado, el análisis proyectivo utilizó un plazo de 80 años para modelar los efectos de la reforma de la Red sobre el valor del producto interno bruto de largo plazo, y dado que se cuenta con un estimado de los costos, es posible calcular el valor actual neto de la política en cada año particular. De esta forma, fue posible identificar que, en el mejor escenario posible, el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto pasa a ser positivo a partir del año 2032, es decir, tan sólo doce años después de que comenzara el proyecto. Sin embargo, esto se daría si y solo si el impacto produciría una mejora sustancial en el rendimiento educativo de los estudiantes.



Valor actual neto (en millones de dólares) de la Red Educativa Bicentenario según escenarios modelados, parámetros del modelo y años seleccionados

Plazo (años)	Año	Parámetros base			Parámetros pesimistas		
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
0	2020	-\$ 15	-\$ 15	-\$ 15	-\$ 15	-\$ 15	-\$ 15
5	2025	-\$ 131	-\$ 131	-\$ 132	-\$ 131	-\$ 132	-\$ 132
10	2030	-\$ 116	-\$ 174	-\$ 257	-\$ 193	-\$ 225	-\$ 272
12	2032	\$ 117	-\$ 38	-\$ 262	-\$ 102	-\$ 185	-\$ 306
13	2033	\$ 332	\$ 96	-\$ 245	-\$ 11	-\$ 134	-\$ 313
14	2034	\$ 635	\$ 289	-\$ 211	\$ 119	-\$ 58	-\$ 313
15	2035	\$ 1.046	\$ 555	-\$ 155	\$ 294	\$ 50	-\$ 304
17	2037	\$ 2.287	\$ 1.368	\$ 39	\$ 810	\$ 375	-\$ 254
20	2040	\$ 5.621	\$ 3.576	\$ 620	\$ 2.117	\$ 1.222	-\$ 72
21	2041	\$ 7.261	\$ 4.667	\$ 918	\$ 2.729	\$ 1.623	\$ 23
25	2045	\$ 17.618	\$ 11.572	\$ 2.854	\$ 6.304	\$ 3.980	\$ 625
30	2050	\$ 43.161	\$ 28.610	\$ 7.723	\$ 13.980	\$ 9.070	\$ 2.003
40	2060	\$ 169.644	\$ 112.592	\$ 31.826	\$ 43.484	\$ 28.633	\$ 7.466
50	2070	\$ 481.347	\$ 317.322	\$ 89.932	\$ 96.350	\$ 63.457	\$ 17.239
60	2080	\$ 1.135.461	\$ 740.166	\$ 207.453	\$ 176.414	\$ 115.598	\$ 31.721
70	2090	\$ 2.348.797	\$ 1.509.684	\$ 415.820	\$ 283.394	\$ 184.280	\$ 50.469
80	2100	\$ 4.319.211	\$ 2.736.748	\$ 739.883	\$ 408.296	\$ 263.370	\$ 71.668

Figura #7. Valor actual neto de la REB según escenario modelados.

Elaboración propia.

Por el contrario, sí se asume el escenario de impacto más limitado (escenario 3) y con los parámetros actuariales más pesimistas, el VAN del proyecto pasaría a ser positivo en el año 2041, 21 años después que arrancara la reforma. Se muestra como sugerencia que el proyecto es altamente rentable, y que la inversión tendría frutos en el mediano plazo, porque luego de esos 21 años, el proyecto continuaría incrementando sus rendimientos año con año, alcanzando, por ejemplo, un VAN mínimo de \$2 millones en el año 2050, treinta años después de que comenzara el proyecto.

Después de 21 años, la tasa interna de retorno pasaría a ser de 0,6% en el caso del escenario menos optimista de los seis presentados anteriormente, y en el año 25 de vida del proyecto superaría el 7%, teniendo una TIR



mayor a la tasa de descuento utilizada en el análisis proyectivo. En 30 años de inversión, la TIR alcanzaría el 11%, mostrando una alta rentabilidad financiera.

TIR del proyecto Red Educativa Bicentenario	
Plazo (años)	TIR
21	0,6%
25	7,1%
30	10,9%
40	13,7%
50	14,5%

Figura #8. TIR del proyecto REB. Elaboración propia.

Conclusión

El Programa de Tecnologías Digitales al servicio de la Comunidad Educativa fue concebido en el MEP como la estrategia para abordar las tres aristas principales relacionadas con el contenido digital de información y su aprovechamiento en el aula:

- 1- Ausencia de un sistema integrado de gestión e información que reúna la información estadística referente a estudiantes, docentes y escuelas para la gestión administrativa y pedagógica, lo que dificulta la obtención de información individual y trazabilidad de los estudiantes
- 2- Falencias en la conectividad en centros educativos: cerca del 13% de los centros educativos no disponen de conexión a internet y de los que sí tienen, casi la mitad lo hacen con anchos de banda sumamente limitados. Además, no se cuenta con la tecnología apropiada para monitorear el aprovechamiento del ancho de banda actualmente contratado
- 3- Limitado acceso de los estudiantes y docentes a herramientas tecnológicas



Este Programa se encuentra incorporado como una intervención estratégica dentro del Plan Nacional de Desarrollo e Inversiones públicas 2018-2022, e incluye tres proyectos estratégicos: la Red Educativa Bicentenario, la Plataforma Ministerial SABER y el Programa Nacional de Tecnologías Móviles, y se ha propuesto como objetivo solventar estas tres limitaciones de forma simultánea, de manera tal que los recursos tecnológicos lleguen con todo su potencial a los beneficiarios directos en los centros educativos.

El pilar fundamental de este Programa es el proyecto de la **Red Educativa Bicentenario**, que es el sistema de “transporte” de datos e información sobre el cual se basarían todos los demás proyectos. Sin internet de calidad, la digitalización no sería posible.

La Red Educativa Bicentenario se ha propuesto como la solución para conectar los centros educativos del país y oficinas administrativas al resto del mundo, utilizando enlaces anchos de banda como medio principal para que miles de estudiantes puedan descubrir lo que significa la inmersión del conocimiento en sus aulas y además impulsar la transferencia efectiva, en tiempo real de información para la toma de decisiones oportunamente.

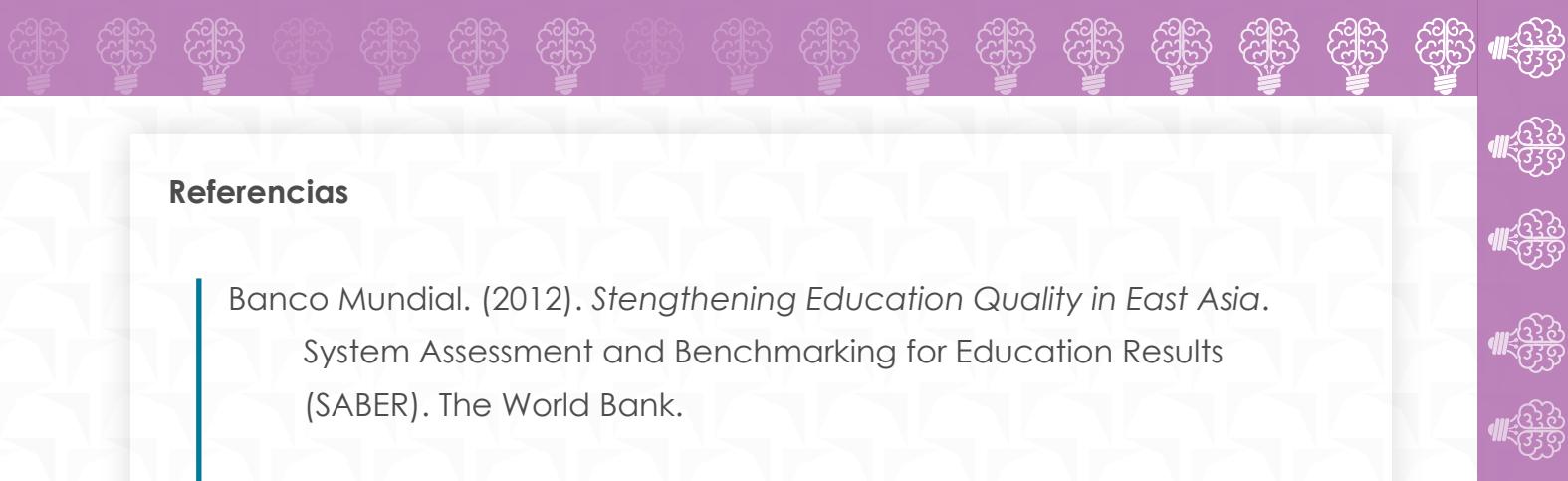
La Red Educativa Bicentenario se convierte en una herramienta fundamental para lograr alcanzar los objetivos de acceso universal y reducir la brecha digital, que en el mediano y largo plazo puede llegar a tener efectos positivos sobre el mercado laboral y la producción en Costa Rica, ya que se espera que la implementación de la Red Educativa Bicentenario (que no se limita a proveer el servicio de internet, sino a todo el acompañamiento pedagógico y los beneficios del uso de una red privada en centros educativos) incremente las habilidades cognitivas de los estudiantes que actualmente carecen de una plataforma similar a la que se espera crear.



El beneficio de este proyecto para la población es amplio, y en este documento fue posible cuantificar que se trata de una estrategia altamente rentable: en cuestión de 21 años la rentabilidad financiera para el país superará el costo de su inversión. Esto significa que este proyecto debe concebirse como una política de Estado, una que trascienda administraciones y que solidifique las bases de un mejor futuro para los estudiantes y el país.

La buena noticia es que luego de casi una década de que se hable en el país de la creación de una red de internet en centros educativos (que sustituya las conexiones de internet hoy día instaladas), en el año 2021 esto será una realidad gracias al trabajo conjunto entre la FOD y el MEP. Mediante la re asignación de la mayor parte de los recursos financieros que actualmente se destinan al pago de servicios de conectividad en el MEP, la Red Educativa Bicentenario será una realidad mediante el aporte económico del MEP, la definición de la política educativa en tecnologías digitales por parte del MEP, y la ejecución por parte de la FOD a través del convenio PRONIE-MEP-FOD, en un proceso de contratación público ya iniciado, donde todos los proveedores de internet del país podían participar, que se espera sea adjudicado a un operador en diciembre del 2020.

Con este proyecto se busca ofrecer un servicio de alta calidad que permita a los docentes y estudiantes realizar un verdadero aprovechamiento de las tecnologías digitales como apoyo al currículo y el proceso educativo. Adicionalmente, la administración se beneficia al poder gestionar de forma eficiente el uso del ancho de banda, con base en el monitoreo continuo y constante del uso real en centros formativos, y mediante la analítica de datos de en qué contenidos se estará aprovechando dicho ancho de banda, así como las políticas de seguridad y filtrado de contenido carentes actualmente en las instituciones pedagógicas. Referencias



Referencias

- Banco Mundial. (2012). *Stengthening Education Quality in East Asia. System Assessment and Benchmarking for Education Results (SABER)*. The World Bank.
- BCDD. (2010). *A 2010 Leadership Imperative: The future built on Broadband*. Broadband Commision. UNESCO.
- Dunayevich, J., Mayer, J., Deramo, R., Vidal, A., Guerra, V., y Pisanty, A. (1999). *Comparative Study: School Networks in Latin America*. Internet Society.
- Fernández Aráuz, A. (2013). Análisis de la Resiliencia Educativa de los estudiantes costarricenses con datos de la Prueba de Lectura de la Evaluación PISA 2009. *Revista de Ciencias Económicas* Vol 31. N°2. ISSN: 0252-9521. Universidad de Costa Rica.
- Fernández Aráuz, A. (2014). La influencia del acceso al uso de computadoras en edad temprana sobre el rendimiento en matemáticas. *Revista de Ciencias Económicas* 32-No.2: 2014 / 113-125 / ISSN: 0252-9521. Universidad de Costa Rica.
- Fernández Aráuz, A., y Del Valle Alvarado, R. (2013). Desigualdad Educativa en Costa Rica: La brecha entre los estudiantes de colegios públicos y privados. *Revista CEPAL* N°111.
- Fernández, A. (2017). Un modelo de ecuaciones estructurales bayesiano: aplicación al rendimiento matemático en PISA 2012. *Revista Estadística Española*. Volumen 59, número 192 / 2017, 5-27.



- Hanushek, E., y Woessmann, L. (2015). *the knowledge capital of nations: Education and the economics of growth*. Massachusetts Institute of Technology.
- Islas, O. (2011). *Los primeros años de internet en América Latina*. Revista Razón y Palabra. Universidad de los Hemisferios. Ecuador.
- Kennedy, L. (2014). *The Impact of High-Speed Broadband in Irish*. Dissertation. University of Dublin.
- MEI. (2012). *Educational Impact Evaluation Report on the provision of 100Mbit/s broadband to 78 Post-Primary schools*. Department of Education and skills. Ministry of Education of Ireland.
- MEP. (2005). *Memoria Institucional 2004-2005*. Ministerio de Educación Pública.
- MEP. (2012). *Informe de Labores 2011-2012*. Ministerio de Educación Pública.
- OECD. (2015). *Universal Basic Skills: What countries stand to gain*. Secretary-General of the OECD.
- UNESCO. (2014). *Position paper on education post-2015* 2015, April 7, United Nations Educational. Scientific and.



Anexos

Anexo 1: parámetro y fórmulas de las proyecciones

Las proyecciones se basan en la metodología creada y propuesta por Hanushek y Woessmann en su libro *The Knowledge Capital of Nations: Education and the Economics of Growth*, específicamente en lo establecido en el capítulo 7 del libro. Sin embargo, la replicación de la metodología no es completa debido a que los autores establecieron modelos de crecimiento para la Unión Europea, que presenta características distintas de los países latinoamericanos, por lo que las especificaciones contienen algunas variaciones para adaptarlas al caso costarricense.

Según su metodología, el impacto económico de la reforma educativa que será simulada varía a lo largo de cuatro fases definidas por la calidad promedio de la fuerza de trabajo. Para el caso que será modelado en esta investigación, se define incluso una fase previa a estas cuatro fases, la Fase 0, que contiene el periodo de creación e implementación de la reforma de política educativa, en este caso.

Fase 0 (2019-2023): Esta fase consta de cinco años, periodo en el cual se considera que es técnicamente factible realizar la implementación de la Red Educativa Bicentenario, incluyendo el año de planificación y elaboración del diseño técnico de la Red, de definición del modelo de contratación y de aseguramiento de la consecución de los recursos económicos (año 2019). Los restantes cuatro años (2020-2023) corresponderían al periodo en el cual puede ser implementada la construcción de la Red tanto en su fase de despliegue de conectividad (llevar el servicio de internet a todos los centros educativos) como del establecimiento de la tecnología SD-WAN para la emulación lógica de la Red Privada entre centros educativos y oficinas centrales y regionales. Además, considera los años requeridos para llevar a cabo otras reformas



propuestas desde el Viceministerio Académico del MEP para asegurar el aprovechamiento de la Red y su impacto sobre el rendimiento educativo de los estudiantes. Durante esta fase, no se esperan cambios sustanciales en la adquisición de habilidades y conocimientos por parte de los estudiantes, por lo que la implementación de la Red durante estos cinco años no supone mejoras en la productividad de largo plazo.

Fase1 (2024-2043): Esta fase es definida en su periodicidad para tener comienzo una vez la reforma pueda comenzar a ser aplicada en su máxima capacidad (año 2024). La duración de esta fase es limitada 20 años. Durante esta fase, cada nueva generación de estudiantes que logre finalizar el proceso educativo sólo se vio expuesto al beneficio de la reforma de forma parcial, ya que, por ejemplo, en el año 2024 los estudiantes que se encuentren matriculados en décimo año de educación secundaria sólo tendrán acceso a dos o tres años de acceso y uso de la Red Educativo Bicentenario. En cambio, un niño que ingrese al nivel de Interactivo II del Ciclo Materno Infantil de la Educación Preescolar en el año 2024 (con 4 años de edad) lograría culminar su proceso educativo con catorce años expuesto en su totalidad a la reforma educativa. Durante los veinte años del programa de reforma educativa, el crecimiento adicional en el PIB per cápita debido a la reforma que comenzó funcionalmente en el año t (con $t=2024$), está dado por la siguiente ecuación:

$$\Delta^t = \text{Coeficiente}_{crecimiento} * \Delta_{PISA} * \frac{1}{2} * \frac{1}{\text{Vida laboral}} * \frac{t - 2024}{20} + \Delta^{t-1}$$

Donde el Coeficiente de crecimiento proviene de las regresiones estimadas por los autores en su libro (1,94) y el Δ_{PISA} es el incremento en el puntaje promedio en la evaluación PISA debido a la reforma (expresado en desviaciones estándar, 100 puntos equivalen a 1 desviación estándar). El término de Vida laboral indica que cada cohorte de nuevos estudiantes con alto rendimiento debido a la reforma es sólo una fracción de la fuerza



laboral total, y la fracción de $\frac{1}{2}$ delante de este término toma en cuenta el hecho de que actualmente, sólo el 53% de los jóvenes entre 18 y 24 años de edad en Costa Rica finalizan la educación secundaria, por lo que se asumirá durante todo el periodo que únicamente la mitad de las personas nacidas cada año se verán beneficiadas en su totalidad por la reforma, mientras que la otra mitad se asumirá que no tendrán ningún tipo de mejora sobre sus habilidades (incluso cuando es posible que se vean beneficiados por algunos años, de forma parcial, de la Red).

Al suponer que el periodo de las personas en el mercado de trabajo es de 40 años, esta fracción corresponde a un 2,5%, lo que significa que cada nueva generación que ingresa al mercado laboral representa el 2,5% del total de la fuerza laboral de ese momento en particular.

Fase 2 (2044-2063): Con la reforma educativa alcanzada en su plenitud (donde todo estudiante que ingrese al sistema educativo se verá beneficiado con catorce años de acceso y uso de la Red Educativa Bicentenario), el rendimiento de todos los estudiantes subsecuentes permanecerá en su nuevo nivel de alto rendimiento. Pero durante la vida laboral desde el comienzo de la reforma, que en las simulaciones de línea de base se supone que es de cuarenta años, los trabajadores de mayor rendimiento todavía están reemplazando a los trabajadores con niveles iniciales de habilidades bajos, mientras estos se retiran del mercado laboral. Durante esta fase el crecimiento adicional en el PIB per cápita en el año t debido a la reforma está dado por:

$$\Delta^t = \text{Coeficiente}_{crecimiento} * \Delta_{PISA} * \frac{1}{2} * \frac{1}{\text{Vida laboral}} + \Delta^{t-1}$$



Fase 3 (2064-2083): Durante esta fase los primeros veinte cohortes de mercado laboral (que sólo aumentaron las habilidades promedio del mercado laboral de forma parcial) son reemplazados por cohortes de individuos que sí se vieron beneficiados de la reforma educativa en su plenitud (veinte años). Durante esta fase el crecimiento adicional en el PIB per cápita en el año t debido a la reforma está dado por:

$$\Delta^t = \text{Coeficiente}_{crecimiento} * \Delta PISA * \frac{1}{2} * \frac{1}{\text{Vida laboral}} - (\Delta^{t-34} - \Delta^{t-35}) + \Delta^{t-1}$$

Fase 4 (Después del 2083): Finalmente, la fuerza laboral completa ha pasado en su totalidad por la reforma educativa. La tasa de crecimiento anual se incrementa ahora por una fracción constante de crecimiento de largo plazo:

$$\Delta = \text{Coeficiente}_{crecimiento} * \Delta PISA * \frac{1}{2}$$

Anexo 2: el efecto neto de la reforma educativa

En el largo plazo, las economías de los países tienden a crecer en tasas relativamente estables en grandes períodos de tiempo. Esto implica que, sin la reforma educativa, el PIB de un país tiende a crecer. Para esta investigación, supondremos que la economía crecería, sin la reforma educativa, a una tasa constante de crecimiento potencial:

$$PIB_{\text{Sin reforma}}^t = PIB_{\text{Sin reforma}}^{t-1} * (1 + \text{Crecimiento}_{potencial})$$

Con la reforma, la tasa de crecimiento anual es incrementada adicionalmente por el efecto crecimiento Δ^t



$$PIB_{Reforma}^t = PIB_{Reforma}^{t-1} * (1 + Crecimiento_{potencial} + \Delta^t)$$

En la especificación neoclásica, un término adicional asegura que el crecimiento esté negativamente afectado por el logaritmo del nivel del PIB alcanzado en el periodo previo. Como consecuencia, la tasa de crecimiento anual con y sin la reforma convergerán a la misma tasa de crecimiento potencial en el largo plazo.

El valor total de cualquier reforma está dado por la suma de los valores descontados de las diferencias anuales entre el PIB con la reforma y el PIB sin la reforma:

$$VA_{Red} = \sum_{t=2024}^{t=2100} (PIB_{Reforma}^t - PIB_{Sin reforma}^t) * (1 + Tasa_descuento)^{-(t-2024)}$$

En el escenario modelado, el horizonte de tiempo es de 77 años en total a partir del año 2024 (año en el que comenzaría a rendir frutos la reforma) y hasta el año 2100.

Anexo 3: principales supuestos del modelo

Como en cualquier modelación de escenarios proyectivos, la implementación del modelo presentado en los anexos 1 y 2 requiere de realizar una serie de supuestos y simplificaciones.

Supuesto 1: Se asume que la trayectoria para alcanzar cierto nivel de habilidades y competencias por parte de los estudiantes es lineal durante el periodo que toma la implementación de la reforma. Esto significa que, si la reforma se propone incrementar las habilidades de los estudiantes en 20 puntos base de la escala PISA, el poder elevar ese nivel de habilidades tomará 20 años, a una tasa de 1 punto base por año a partir del año 2024.



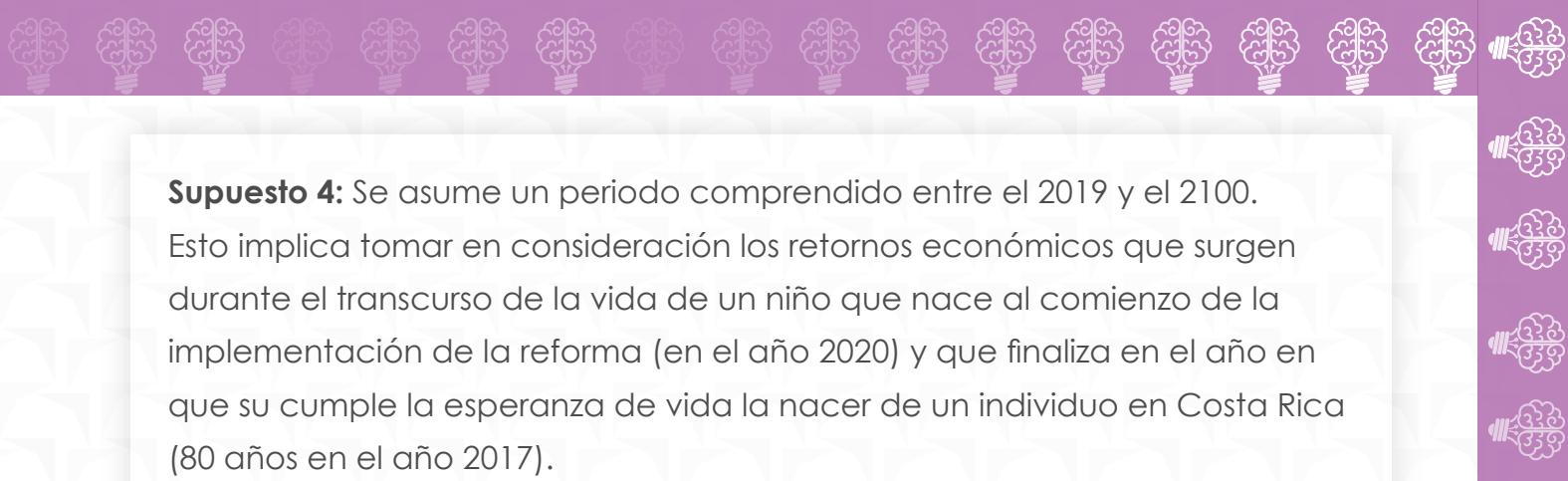
(precisamente, en el año 2024 se realizará la sexta evaluación PISA en la que Costa Rica participará -2009, 2012, 2015, 2018, 2021 y 2024- por lo que será un buen parámetro para el seguimiento y evaluación de la mejora en las habilidades).

En su estudio original, Hanushek y Woessmann (2015) asumen un periodo para alcanzar el máximo efecto de la reforma educativa de 20 años, mientras que en OECD (2015) se modelan las proyecciones para un periodo de 15 años.

Supuesto 2: Se asume que la esperanza de vida de un trabajador medio en el mercado laboral es de 40 años, lo que implica que cada nueva cohorte de trabajadores produce un 2,5% de la fuerza laboral. Así, incluso después de que una reforma educativa es alcanzada completamente, tomará 40 años lograr que la fuerza laboral completa esté en el nuevo nivel de habilidades.

Sin embargo, para el caso de Costa Rica, se establecerá un supuesto adicional para tomar en cuenta la proporción de personas que sí finalizan la educación secundaria (supuesto 3).

Supuesto 3: Actualmente, sólo el 53% de los jóvenes entre 18 y 24 años de edad en Costa Rica finalizan la educación secundaria, por lo que se asumirá durante todo el periodo que únicamente la mitad de las personas nacidas cada año se verán beneficiadas en su totalidad por la reforma, mientras que la otra mitad se asumirá que no tendrán ningún tipo de mejora sobre sus habilidades (incluso cuando es posible que se vean beneficiados por algunos años, de forma parcial, de la Red). Este es el supuesto más restrictivo de todo el modelo, ya que por sí solo producirá que cualquier escenario simulado de crecimiento en la producción se reduzca a la mitad de lo que podría ser si en Costa Rica todas las personas finalizaran la educación secundaria.



Supuesto 4: Se asume un periodo comprendido entre el 2019 y el 2100.

Esto implica tomar en consideración los retornos económicos que surgen durante el transcurso de la vida de un niño que nace al comienzo de la implementación de la reforma (en el año 2020) y que finaliza en el año en que su cumple la esperanza de vida la nacer de un individuo en Costa Rica (80 años en el año 2017).

Supuesto 5: El coeficiente de crecimiento que será utilizado en las ecuaciones anteriores no será el de 1,98 puntos presentado en el documento, que corresponde al cálculo del coeficiente para países principalmente de la Unión Europea, sino que se utilizará el coeficiente de 1,947 derivado de la estimación de las regresiones de crecimiento para Latinoamérica (Tabla 5.1, página 122, capítulo 5, Hanushek y Woessmann, 2015).

Supuesto 6: El valor agregado de la reforma depende de la trayectoria de crecimiento económico simulado sin la reforma. Para calcular esta trayectoria, se asume un crecimiento constante de 4,8%, el cual corresponde a la tasa de crecimiento promedio anual del PIB per cápita de Costa Rica en los últimos 25 años (excluyendo los casos atípicos con tasas superiores al 15%, sucedidas en 2007 y 2010):

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
PIB per cápita en dólares	3.130	3.358	3.300	3.476	3.680	3.749	3.861	4.025	4.103	4.208
Crecimiento anual	6,5%	7,3%	-1,7%	5,3%	5,9%	1,9%	3,0%	4,3%	1,9%	2,6%
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
PIB per cápita en dólares	4.463	4.732	5.283	6.162	6.951	6.838	8.220	9.203	9.989	10.554
Crecimiento anual	6,1%	6,0%	11,6%	16,6%	12,8%	-1,6%	20,2%	12,0%	8,5%	5,7%
	2014	2015	2016	2017	2018	Tasa de crecimiento promedio				
PIB per cápita en dólares	10.596	11.336	11.688	11.758	12.018	<small><i>Excluye años 2007 y 2010</i></small>				
Crecimiento anual	0,4%	7,0%	3,1%	0,6%	2,2%	4,84%				

Figura #9. Crecimiento anual del PIB. Elaboración propia



Supuesto 7: Para calcular el valor presente, la tasa de descuento a la cual se ajustarán los beneficios futuros debe ser establecida. Un valor estándar de la tasa de descuento social en proyecciones de largo plazo en la sostenibilidad de los sistemas de pensiones es del 3%, según Hanushek y Woessmann (2015). Ellos utilizan esta tasa en sus simulaciones que son luego reproducidas con la misma tasa en OECD (2015).

Supuesto 8: Las proyecciones asumen que, en el futuro, las habilidades impactarán el mercado laboral de la misma forma que lo han hecho en el pasado, por lo que la evidencia para el cálculo del coeficiente de crecimiento en el periodo 1960-2000 será igualmente válida para el periodo simulado (hasta el año 2100).

Supuesto 9: Por simplicidad, se asume que no existirán cambios en la estructura poblacional según edad durante todo el periodo.

Supuesto 10: Se tomará el como producto interno bruto per cápita las estimaciones basadas en cálculos de paridad de poder de compra (PPP) en dólares internacionales del año 2018. La estimación para los años 2018 y 2019 fue tomada del Fondo Monetario Internacional, y corresponde a \$18.034,5 PPP para el año 2018 y \$18.951,04 PPP para el año 2019. Se utilizarán las estimaciones ajustadas por paridad de poder adquisitivo para poder tener acceso a realizar comparaciones directas con estudios similares.

¿Cómo citar este artículo?

Fernández Aráuz, A. y Villalta Olivares, P. (Febrero de 2021). La Red Educativa del Bicentenario de Costa Rica: los beneficios potenciales del acceso y uso a una red de Internet de Banda Ancha. *Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula*, 13(1), 118-170. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/revista-conexiones-1-edicion-2021>



COLABORADORES/ COLLABORATORS

Artículo 1:

Lynn Jorgensen, Docente Fellow de la RIED / Docente de Física, Gilbert High School, correo electrónico: lynn.jorgensen@gilbertschools.net (ESTADOS UNIDOS)

Artículo 2:

- *Marsha Russell*, Docente Senior (Ciencia Integrada), Jamaica Teaching Council of the Ministry of Education, Youth and Information of Jamaica, correo electrónico: russellmarsha4@gmail.com (JAMAICA)
- *Tracey Ann Wilson*, Vice Directora (Escuela Primaria), Jamaica Teaching Council of the Ministry of Education, Youth and Information of Jamaica, correo electrónico: traceywil.jm@gmail.com (JAMAICA)

Artículo 3:

- *Laura Muñoz Russo*, Profesora de Biología / Especialista en Educación TIC, Ministerio de Educación de Tucumán de Argentina, correo electrónico: lauramunozrusso@gmail.com (ARGENTINA)
- *Estela María Castelli*, Profesora de Matemática, Física, y Cosmografía / Especialista en Educación TIC, Ministerio de Educación de Tucumán de Argentina, correo electrónico: estelacastelli@gmail.com (ARGENTINA)

Artículo 4:

- *Bhagya Malladi*, Docente Fellow de la RIED / Docente Máster (Ciencia Integrada), Jamaica Teaching Council of the Ministry of Education, Youth and Information of Jamaica, correo electrónico: bhagyamalladi26@gmail.com (JAMAICA)
- *Joseph Thomas*, Director, Master Teacher Unit, Jamaica Teaching Council of the Ministry of Education, Youth and Information of Jamaica, correo electrónico: joseph.thomas@moey.gov.jm (JAMAICA)
- *Marsha Russell*, Docente Senior (Ciencia Integrada), Jamaica Teaching Council of the Ministry of Education, Youth and Information of Jamaica, correo electrónico: russellmarsha4@gmail.com (JAMAICA)
- *Borzana Jones-Mullings*, Docente Máster (Geografía), Jamaica Teaching Council



of the Ministry of Education, Youth and Information of Jamaica, correo electrónico: borzana@yahoo.com (JAMAICA)

- *Kerry- Ann Harrison Campbell*, Docente Senior (Inglés, Lenguaje, y Literatura), Jamaica Teaching Council of the Ministry of Education, Youth and Information of Jamaica, correo electrónico: creativekereece@yahoo.com (JAMAICA)
- *Zandrea Banton*, Docente Senior (Inglés, Literatura, y Comunicación), Jamaica Teaching Council of the Ministry of Education, Youth and Information of Jamaica, correo electrónico: bantonzandrea@yahoo.com (JAMAICA)

Artículo 5:

- *Esther Caldiño Mérida*, Profesora de Maestros en Formación, Universidad Marista, correo electrónico: esther.caldinoma@udlap.mx (MÉXICO)
- *MSc. Duarte Sandoval Delmy Angélica*, Formadora de Maestros en Didáctica de la Matemática, Universidad de El Salvador, correo electrónico: dcuadrado1991@gmail.com (EL SALVADOR)
- *MSc. Abel Rojas Aguirre*, Formador de Docentes, Ministerio de Educación de El Salvador, correo electrónico: abelrojasa@gmail.com (EL SALVADOR)
- *Lic. Itzel Paola Silva Martínez*, Profesora de Educación Primaria, Secretaría de Educación Pública, correo electrónico: itzpao50@gmail.com (MÉXICO)
- *Dr. Maximiliano Bandres Díaz*, Primer Vicepresidente, Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, correo electrónico: maxbandres@gmail.com (VENEZUELA)

Artículo 6:

Sandra Guerrero Rodríguez, Docente Fellow de la RIED / Docente de Química y Física, Inmaculado Corazón de María, Liceo Tiburcio Millán López, correo electrónico: sandra.guerrero.r.8@gmail.com (REPÚBLICA DOMINICANA)

Artículo 7:

Leila Nayarit Alarcón González, Docente Fellow de la RIED / Docente de Primera Infancia, Escuela Normal Superior de Ubaté, correo electrónico: leilaensu@gmail.com (COLOMBIA)



Artículo 8:

Ana Sofía Salguero López, Docente Fellow de la RIED / Docente de Primera Infancia,, Jardín de Niños Omar Dengo Guerrero, correo electrónico: sofia.salguero.lopez@mep.go.cr (COSTA RICA)

Artículo 9:

Padmanabhan Seshaiyer, Professor de las Ciencias Matemáticos, George Mason University, correo electrónico: pseshaiy@gmu.edu (ESTADOS UNIDOS)

Artículo 10:

- *Claudette Fongkong-Mungal*, Profesora Senior en Estudios del Currículo, University of the West Indies, Cave Hill, correo electrónico: cfkmungal@gmail.com (BARBADOS)
- *Conroy Hall*, Profesor de Matemáticas y Física / Presidente de la Junta de Estudios de Matemáticas, Shortwood Teacher Training College, correo electrónico: conroyhall@stcoll.edu.jm (JAMAICA)
- *Janille Malcolm*, Docente Senior (Química y Biología), Immaculate Conception High School, correo electrónico: jmalcolm@immaculatehigh.edu.jm (Jamaica)
- *Cheryl Sobers*, Docente de Primaria, St. Patrick's R.C. Primary School, correo electrónico: cherylsobers1@outlook.com (JAMAICA)

Artículo 11:

Milagritos Emma Jáuregui de la Cruz, Docente Fellow de la RIED / Docente de Primera Infancia, Institución Educativa Inicial 090-Santa Rosita de Lima, correo electrónico: milagritos_jcruz@hotmail.com (PERU)

Artículo 12:

- *Andrés Fernández Araúz*. Economista. Asesor, Despacho de Planificación Institucional y Coordinación Regional, Ministerio de Educación Pública. Correo electrónico: andres.fernandez.arauz@mep.go.cr
- *Paula Villalta Olivares*. Viceministra, Despacho de Planificación Institucional y Coordinación Regional, Ministerio de Educación Pública. Correo electrónico: paula.villalta.olivares@mep.go.cr

REVISTA  Conexiones

Desde ya, esperamos sus artículos
para las próximas publicaciones de su revista:

Conexiones: una experiencia más allá del aula
revistaconexiones@mep.go.cr