

## ARTÍCULO DE EXPERIENCIA EN EL AULA

### Educación STEM una ruta hacia la innovación

**Carlos Alberto Ávila Ruiz**

[caavila@docente.als.edu.co](mailto:caavila@docente.als.edu.co)

Colegio Abraham Lincoln

**Angélica Giovanna Barragán Rojas**

[abarragan@docente.als.edu.co](mailto:abarragan@docente.als.edu.co)

Colegio Abraham Lincoln

### Resumen

*Una tendencia educativa de alto impacto mundial que está transformando la percepción de la educación en torno a las ciencias exactas ha llegado para abrirse camino en ambientes formales y no formales del aprendizaje. Todos aquellos implicados en potenciar habilidades del siglo XXI en ciencia y tecnología, debemos entender, explorar e implementar nuevas formas de integración curricular en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.*

*Este artículo comparte la experiencia de implementación del currículo basado en STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) de la sección básica primaria del Colegio Abraham Lincoln en Bogotá, Colombia; por medio de la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como una forma de motivar a los estudiantes hacia temas científicos e ingenieriles que les permita mejorar sus procesos atencionales en asignaturas básicas, así como adoptar de manera personal y cultural nuevas formas de solucionar problemas y en un futuro optar por un proyecto de vida hacia carreras profesionales en STEM.*



*El desarrollo de este proyecto promovió en la comunidad estudiantil el aumento en el nivel de motivación, participación en clase, la mejora en procesos de trabajo colaborativo. Y para el grupo de docentes significó realizar integraciones interdisciplinarias a nivel curricular.*

**Palabras Clave:** ABP, barrera de género, ciencia, innovación, STEM, tecnología

### **Abstract**

An educational trend of high global impact that is transforming the perception of education around the exact sciences has come to open the way in formal and non-formal learning environments. All those involved in enhancing 21st century skills in science and technology, we must understand, explore and implement new forms of curricular integration in Science, Technology, Engineering and Mathematics.

This article shares the implementation experience of the STEM-based curriculum (Science, Technology, Engineering and Mathematics) of the primary elementary section of the Abraham Lincoln College in Bogotá, Colombia; through the methodology of Project-Based Learning (PBL) as a way to motivate students towards scientific and engineering issues that allow them to improve their attention processes in basic subjects, as well as adopt new ways of solving problems in a personal and cultural way and in the future to opt for a life project towards professional careers in STEM.

The development of this project alternates with the writing of this article, and partial results of the 2017-2018 school year are counted, such as the increase in the level of motivation and participation in class, the improvement in collaborative work processes, among others.

**Keywords:** gender barrier, innovation, PBL, science and technology, STEM



## Introducción

En 1990 la NSF (National Science Foundation) anuncia las primeras subvenciones de planificación para el programa de participación de alianzas para minorías por medio del documento NSF 17-579, en un esfuerzo para reunir a la academia, el gobierno y sector privado para aumentar el número de científicos e ingenieros. El resultado de estos esfuerzos fomenta el inicio de conversaciones académicas en torno al concepto STEM y su importancia en el desarrollo profesional; años más tarde en el 2015 bajo el programa “innovate to educate” del presidente Barack Obama, los EE.UU, invirtieron inicialmente \$700 millones de dólares en formar más de 100.000 maestros STEM (Lips and Baker McNeill, 2009). Además en el último Foro Económico Mundial de Davos 2018 se debatieron factores críticos del mercado laboral relacionados a la cuarta revolución industrial y su impacto global en el futuro del trabajo y la productividad en todas las naciones; dicho llamado a gobiernos, ciudadanos y empresarios se ha intensificado en las últimas décadas, llegando de esta manera la necesidad de que los actuales y futuros empleos requerirán una formación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería o Matemáticas.

Lo anterior deriva en la problemática acerca de la forma en la cual se debe orientar la educación en Ciencia y Tecnología, pues va mucho más allá de políticas gubernamentales y subyace en el rol de directivos, educadores y agentes responsables del currículo, roles que comprendan la urgente necesidad de acelerar un proceso que lleva en atraso varios lustros; y que permitan apoyar las nuevas prácticas pedagógicas que dan paso a la disrupción en el aula.

## **Educación STEM en el Colegio Abraham Lincoln**

Según Chona (2017) El ambiente cultural y escolar en Colombia no es coherente con la interpretación científica global y que aún muchas escuelas ofrecen a sus estudiantes una formación en Ciencia y Tecnología bajo premisas vanguardistas que, en realidad, siguen siendo paradigmas de contenidos que se realizan bajo la visión bancaria (Freire, 1968) que no cuestiona que los conocimientos deben ser adquiridos por los estudiantes en su veracidad o utilidad y que distan de toda relevancia y pertinencia al contexto y en el cual es apremiante (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) formar las nuevas generaciones que estarán a cargo de las tecnologías emergentes. La experiencia del currículo STEM del Colegio Abraham Lincoln se basa en el “Project Based Learning” (PBL) (Mergendoller, 2013) y el ciclo del diseño (Tayal, 2013) como componentes clave que sustentan las dinámicas de aula.

Aunque no existe una regla que obligue a la selección de una metodología en particular para la educación STEM, el contexto pedagógico en torno al aprendizaje significativo (Ausubel, 1963) es un eje central en las prácticas de aula y por ende el PBL nos ha permitido cumplir con esta expectativa.

Desde finales de octubre de 2015 el concepto de educación STEM se incorporó en el documento de área del departamento de Tecnología e Informática, quienes lo asumieron como un modelo interdisciplinar por medio de la cual se daría inicio a la implementación de nuevas experiencias de aprendizaje con los estudiantes. Para el año lectivo 2016-2017 la asignatura de Tecnología de la sección de primaria incorporó en su plan estudios temáticas como: Nanotecnología, Ingeniería Aeroespacial y Telemática, bajo estándares de la ITEEA

(International Technology and Engineering Educators Association) fortaleciendo los contenidos mínimos requeridos según la guía 30 “Ser competente en tecnología” del MEN (Ministerio de Educación Nacional) con respecto a los lineamientos de educación en tecnología. A medida que las estrategias de contenidos, metodologías y resultados fueron impactando la motivación de los estudiantes, la curiosidad de otros docentes comenzó a convertirse en una oportunidad para ampliar las expectativas de este proyecto. Así es que, para el año lectivo 2017-2018 los jefes de las áreas de Matemáticas, Ciencias, Tecnología e Informática acordaron dar inicio a un trabajo conjunto que pudiera beneficiar a todos los estudiantes de la sección de primaria de forma multidisciplinar. El equipo de trabajo se conformó con profesores que plantearon 4 líneas de trabajo (*Figura 1*) que actualmente conforman el “STEM LINCOLN PROJECT” y las cuales serán explicadas a continuación:

- Currículo basado en STEM
- Proyecto STEM grado 3°
- Feria de la Ciencia
- Semillero STEM para niñas



*Figura 1: STEM lincoln project (2017-2018)*

## Currículo basado en STEM

Las temáticas recurrentes según la guía No 30 para la asignatura de Tecnología (se debe aclarar que Informática es una asignatura separada y de la misma área) que están relacionadas con máquinas e instrumentos, naturaleza de la tecnología, energía y movimiento, mecánica, electricidad, electrónica y la robótica educativa; hacen parte desde hace varios años en la institución desde preescolar hasta grado once. Así es que, en las diferentes revisiones curriculares, los contenidos debían ser dinamizados para incorporar de manera directa estándares ITEEA (International Technology and Engineering Educators Association) “Standards for Technological Literacy” en los cuales también se basa la guía 30 del MEN, de una forma más directa y con mayor alcance académico. Por lo anterior, desde el 2016 al 2018 esta asignatura ha sido el marco para desarrollar unidades didácticas de biomimética, fotónica, nanotecnología, ingeniería aeroespacial, telemática y biotecnología, entre otros (*Figura 2*).

Debido a la intensidad horaria de 45 minutos semanales, el PBL que inicialmente comenzó con proyectos que tardaban de 3 a 4 clases, incluso un periodo académico completo, se rediseñó acorde a las particularidades escolares creando un formato de □PBL (Micro Project Based Learning) el cual consiste en realizar un proyecto por clase que permita a los estudiantes desarrollar sus habilidades con periodos de atención acordes a su zona de desarrollo próximo. La clase comienza con un video introductorio que plantea normas de seguridad y convivencia en el aula (<https://youtu.be/ITsiBIP1tcs>) para luego dar paso al uso del ciclo del diseño (Tayal, 2013) cuyos detalles de metodología y protocolos son propiedad intelectual del Colegio Abraham Lincoln.



Tecnologías del transporte, Grado Primero  
ITEEA Standard 18



Biomimética, mimetismo, Grado Tercero  
ITEEA Standard 3



Nanotecnología, Grado Tercero  
ITEEA Standard 3



Mapas topográficos, Grado Segundo  
ITEEA Standard 20



Robótica BEAM, Grado Cuarto  
ITEEA Standard 11



Biotecnología (ADN), Grado Segundo  
ITEEA Standard 15

**Figura 2:** Unidades didácticas bajo estándares de la ITEE

## Feria de la Ciencia

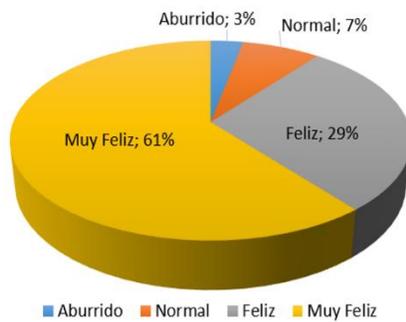
Una de las actividades más relevantes de la comunidad del Colegio Abraham Lincoln es la Semana Lincolniana, un espacio de aprendizaje no convencional, en el que no existe un horario de clases sino una serie de actividades culturales y académicas que fueron el ecosistema adecuado para la realización de la Feria de la Ciencia.



*Figura 3: Feria de ciencias - STEM lincoln project*

Como parte esencial del PBL (Mergendoller, 2013) compartir la experiencia del desarrollo de un experimento o proyecto tiene un alto impacto en el proceso de aprendizaje y socialización académica (*Figura 3*). Esta feria permitió al equipo de profesores ejecutar un plan de acción para socializar proyectos de aula y propuestas estudiantiles, así como talleres dirigidos sobre “Fluidos no newtonianos (Slime)” y “geometría de superficies (Burbujas)”, y un espacio de exploración de biografías de grandes personajes en Ciencias, Matemáticas y Tecnología. Al final de la jornada se realizó la evaluación de esta actividad con altos niveles de satisfacción por parte de los estudiantes (*Figura 4*).

### Encuesta de Satisfacción Feria STEM



	Aburrido	Normal	Feliz	Muy Feliz	
1A	0	0	7	14	
1B	0	0	3	15	
1C	1	2	3	13	
1D	2	2	0	14	
1E	1	2	3	7	
2A	4	1	7	13	
2B	1	1	6	17	
2C	0	1	7	17	
3A	0	3	4	18	
3B	0	0	7	19	
3C	0	0	4	4	
3D	0	1	6	19	
4A	0	3	11	10	
4B	0	0	0	0	
4C	1	6	12	6	
4D	0	2	11	8	
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>24</b>	<b>91</b>	<b>194</b>	<b>319</b>

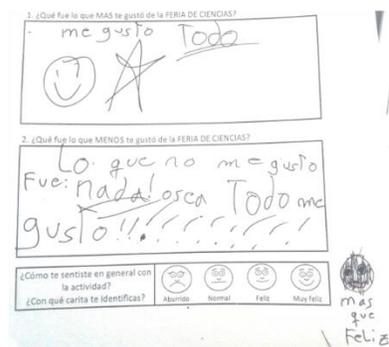


Figura 4: Resultados de encuestas de satisfacción a estudiantes - STEM lincoln project

### Proyecto STEM grado 3°

Con el propósito de involucrar a los estudiantes en proyectos de mayor profundidad y que solucionen problemas en su contexto escolar, el equipo de trabajo planificó el desarrollo de un proyecto multidisciplinar en torno a la siguiente pregunta: ¿Cómo reutilizar el agua lluvia que cae en nuestro colegio? Usando el ciclo del diseño en ingeniería (Tayal, 2013), nuevamente, se distribuyen fases y tareas en las asignaturas de Ciencias, Matemáticas, Tecnología e Informática, a lo largo del tercer periodo académico (Figura 5).

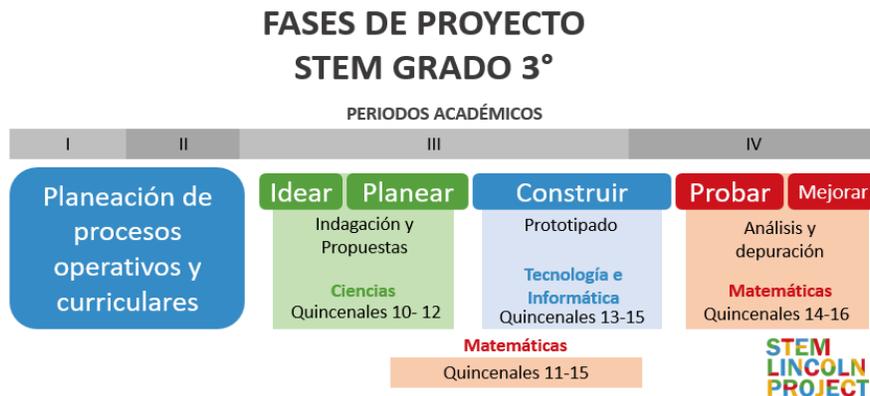


Figura 5: Fases del proyecto STEM grado 3°

Los estudiantes realizaron prototipos en sus equipos de trabajo proponiendo soluciones trabajadas desde las etapas de ideación y diseño (*Figura 6*); posterior a esto, se realizó una socialización interna, y se presentaron durante clases de Tecnología los trabajos estudiantiles, posteriormente se realizaron construcciones de proyectos guiados sobre sistemas de recolección pluvial a cielo abierto por tensión y sistemas de filtrado de agua. Los cuales fueron parametrizados y analizados desde clases de Matemáticas.



**Figura 6:** Ideación, diseño y prototipado del proyecto desde las áreas STEM.

### Semillero STEM para niñas

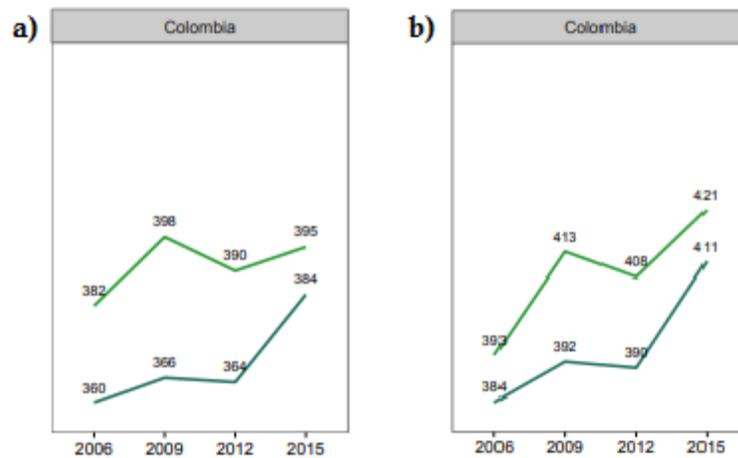
Aunque mujeres y hombres tienen las mismas capacidades para aprender, imaginar y crear, la sociedad se ha encargado de clasificar las capacidades según su género (Lorente, 2015). Si es mujer debe estudiar carreras relacionadas con el arte o las humanidades en donde muestre su sensibilidad o carreras en donde su papel principal sea estar al cuidado de los demás (Blanco, 2016). Entonces, si todos nacen con las mismas capacidades para alcanzar sus objetivos ¿por qué

clasificar según el género? ¿Acaso no existen mujeres que hayan hecho grandes contribuciones en las ciencias a lo largo de la historia?

Según Moya (2018), en el transcurso de la historia, han existido un gran número de mujeres que han hecho aportes realmente importantes; pero debido a toda esta problemática social de la desigualdad de género, muchas de ellas han tenido que estar a la sombra de los hombres para que sus investigaciones salgan a la luz. Casos como el de Rosalind Franklin o Jocelyn Bell, las cuales fueron privadas de ganar el premio Nobel de Medicina y Física respectivamente, son ejemplos de cómo se le ha privado a la mujer la oportunidad de ser reconocida como un igual, ante los hombres.

Según los análisis de resultados por género de las pruebas PISA 2012, en general las mujeres tienen puntajes más bajos que los hombres en las pruebas de Matemáticas y Ciencias, y a partir de estos resultados, es fácil deducir el por qué existe un bajo porcentaje de mujeres que ingresan a la universidad para estudiar carreras como Matemáticas, Física, Informática o Ingenierías; en comparación con los hombres. (Borgonovi y Achiron, 2015)

En el análisis de los resultados de las pruebas PISA del 2015 en Colombia (*Figura 7*), se muestra que el desempeño de las niñas en Matemáticas es tan alto, que la diferencia entre géneros no es notorio, y en Ciencias la diferencia de conocimientos que existe entre niños y niñas es muy pequeño; todo esto gracias a las políticas implementadas en la educación, en la cual se ha buscado el mejoramiento continuo a través de la igualdad de educación para todos. (Guerrero et al, 2015)



**Figura 7:** Puntajes promedio según género del estudiante en las pruebas PISA 2015. Las mujeres representadas con el color azul y los hombres de verde. a) Prueba de matemáticas, b) Prueba de ciencias. Gráficas obtenidas y modificadas de (Icfes.gov.co, 2018)

A partir de esta problemática, nace la iniciativa de hacer un semillero en el cual las estudiantes de la sección de primaria del colegio Abraham Lincoln puedan asistir de forma voluntaria ya que nuestro mayor objetivo es despertar en ellas el amor a las ciencias naturales.

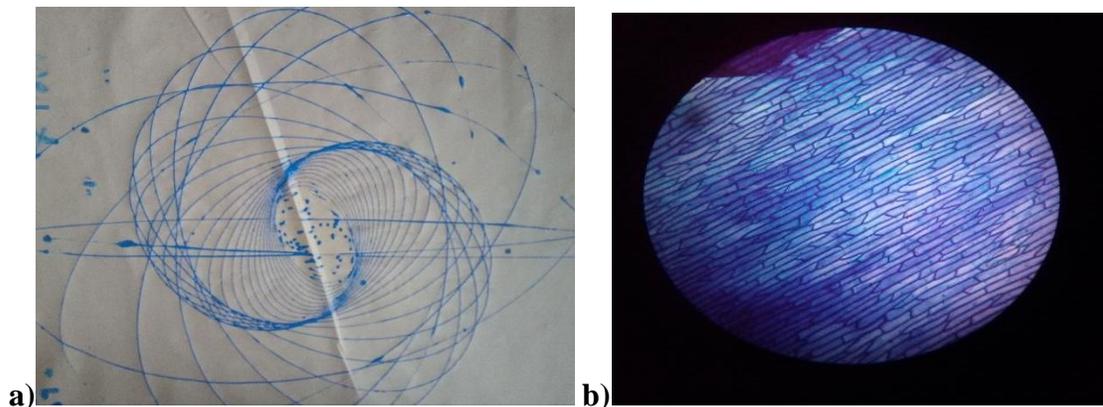
### **Importancia del semillero de Ciencias para la estudiantes Lincolnianas.**

El objetivo general del semillero de Ciencias es, sembrar en las estudiantes la motivación por aprender y cuestionarse sobre lo que las rodea con el fin de afianzar sus conocimientos en ciencias y así mejorar su desempeño en el proyecto académico de las asignaturas relacionadas con STEM.



**Figura 8:** Estudiantes integrantes del semillero

Este semillero nació en el laboratorio de Ciencias con un número de 8 estudiantes, y se realizan actividades una vez a la semana en un espacio de aproximadamente 30 minutos en el primer descanso (*Figura 8*). Las prácticas que se realizaron hasta este momento con las estudiantes, son para que reconozcan el entorno y para ir introduciendo en su vocabulario conceptos como: tensión superficial, fluido no newtoniano, átomo y célula (*Figura 9*) importantes para el desarrollo de su pensamiento científico.



**Figura 9:** a) Dibujo de un átomo realizada a partir de un armonógrafo de pintura; b) observación por microscopio de la célula vegetal de una capa de cebolla.

## Conclusiones

Involucrar a los estudiantes en procesos que les permitan relacionar conceptos de manera práctica y lúdica ha mejorado la percepción motivacional en los espacios de clase, dado que en las reuniones del equipo de trabajo hemos podido socializar la percepción positiva que los niños de la sección tienen sobre este proyecto.

Los docentes miembros del equipo de trabajo del “STEM Lincoln Project” presentan un mayor interés por investigar diferentes formas de implementar esta tendencia educativa,



profundizar en su impacto en la comunidad, escribiendo artículos, socializando experiencias en simposios y adoptando nuevos cambios en la cultura académica de sus asignaturas.

Los directivos ahora promueven prácticas que estén relacionadas con la educación STEM, han abierto el presupuesto y los recursos solicitados para los espacios de creación en los cuales se requiere material especializado para temas específicos, permitiendo fortalecer el Proyecto Educativo Institucional en el aspecto de formación científica y tecnológica.

## Referencias

- Ausubel, D. (1963) "The Psychology of Meaningful Verbal Learning", Orlando, FL: Grune & Stratton, 1963. [online] Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1515323/pdf/califmed00090-0067b.pdf>.
- Blanco, B. (2016). Estereotipos de género: una barrera de entrada a la universidad - Ameco Press. [online] Amecopress.net. Disponible en:  
<http://www.amecopress.net/spip.php?article14406> [Visto el 4 Abr. 2018].
- Borgonovi, F., & Achiron, M. (2015). ¿Qué subyace bajo la desigualdad de género en educación? [online] Disponible en:  
[https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisainfocus/PIF-49%20\(esp\).pdf](https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisainfocus/PIF-49%20(esp).pdf) [Visto el 14 Mar. 2018].
- Chona Duarte, G. (2017) “Problemática Educativa en Colombia”, [online] Disponible en:  
<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/download/5690/4701>
- Freire, P. (1968) "pedagogía dos oprimidos", Ed. Tierra Nueva, Montevideo. 1969  
<http://www.servicioskoinonia.org/biblioteca/general/FreirePedagogiadelOprimido.pdf>.
- Guerrero Martínez, K.L., et al. (2015). *Informe nacional de resultados Colombia en PISA 2015 - Icfes*. [online] Disponible en: <http://www.icfes.gov.co/en/docman/instituciones-educativas-y-secretarias/evaluaciones-internacionales-investigadores/pisa/pisa->

- 2015/2934-informe-nacional-pisa-2015/file?force-download=1 Pag. 41-44 [Visto el 14 Mar. 2018].
- Lips, D. and Baker McNeill, J. (2009). A New Approach to Improving Science, Technology, Engineering, and Math Education. [online] The Heritage Foundation. Disponible en: <https://www.heritage.org/education/report/new-approach-improving-science-technology-engineering-and-math-education> [Visto el 4 Abr. 2018].
- Lorente Rodríguez, M. (2015). Género, Capacidades y educación en los países en desarrollo. [online] Repositorio.uam.es. Disponible en: [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/667443/JOSPOE\\_3\\_5.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/667443/JOSPOE_3_5.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Pag. 52-54 [Visto el 4 Abr. 2018].
- Mergendoller, J (2013). Does Project Based Learning Teach Critical Thinking? [online] Disponible en: [https://books.google.com.co/books?id=10XwCQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=10XwCQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).
- Moya, M. (2018). Las mujeres más influyentes de la historia - Marie Curie. [online] MuyInteresante.es. Disponible en: <https://www.muyinteresante.es/ciencia/fotos/las-diez-mujeres-mas-influyentes-en-la-historia-de-la-ciencia/jocelyn> [Visto el 14 Mar. 2018].
- Stohlmann, M., Moore, T.J., & T. Roehrig, G. (2012). *Considerations for Teaching Integrated STEM Education*. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2, 34. [online] Disponible en: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=http://scholar.google.com.co/&httpsredir=1&article=1054&context=jpeer> [Visto el 8 Abr. 2018].

Tayal, S.P. (2013) "Engineering Design Process" International Journal of Computer Science and Communication Engineering, special issue on "Recent Advances in Engineering & Technology" [online] Disponible en: <http://static.ijcsce.org/wp-content/uploads/2013/06/IJCSCESI040113.pdf>

## Sobre los autores

**Carlos Alberto Ávila Ruiz** es Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Colombia, es docente y jefe del Área de Tecnología e Informática de la sección de primaria del Colegio Abraham Lincoln. ha impartido tecnologías de la información y las comunicaciones, robótica, telemática, automatización y programación de software y hardware en los mejores colegios de Bogotá. Es un apasionado de la innovación en la educación. Miembro del grupo de investigación TicALS y representante del grupo TEB. Es CEO de Momentum, una startup EdTech basada en STEM que inició en 2017.

**Angélica Giovanna Barragán Rojas** es Licenciada en física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Actualmente hace parte del área de Ciencias Naturales de primaria del Colegio Abraham Lincoln. Su tesis de grado se enfocó en Biofísica acerca de la caracterización de isotermas de presión superficial en función del área, para películas interfaciales del sistema tensioactivo pulmonar, desarrollada en la Pontificia Universidad Javeriana. Su experiencia en ambientes no formales de aprendizaje se desarrolló en el Museo de los Niños por medio de procesos de divulgación a niños y adultos.