

# Programación + Física: estrategia motivadora de aprendizaje en ingeniería de sistemas

Omar Iván Trejos Buriticá & Luis Eduardo Muñoz Guerrero

*Facultad de Ingenierías, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.*  
[omartrejos@utp.edu.co](mailto:omartrejos@utp.edu.co), [lemunozg@utp.edu.co](mailto:lemunozg@utp.edu.co)

**Resumen**— Uno de los retos que tienen los docentes de las ciencias básicas consiste en conferirle significado a los conocimientos que comparten con los alumnos de ingeniería. Por su parte, los ingenieros docentes también tienen un reto, cuando se trata de enseñar a programar además de los beneficios que ésta área trae desde la perspectiva de la apropiación del pensamiento computacional. El presente artículo expone los resultados de una investigación realizada con dos cursos en paralelo, uno de ellos con un tratamiento tradicional en donde asignaturas de ciencias básicas y asignaturas de programación van cada uno por su propio camino de conocimiento y otro con el cual se ha buscado el significado de la ciencias básicas en la programación y viceversa. Los resultados han sido sorprendentes para ambas áreas y han permitido advertir que si se capacita apropiadamente a los docentes de ambas áreas el gran beneficiado será el alumno que además de alcanzar los objetivos individuales de cada área podrán apropiarse el sentido y significado que tienen en su proceso de formación como ingenieros. Con el estudio se concluye que es necesario que los docentes de ciencias básicas y los ingenieros docentes de programación se articulen mutuamente para que sus asignaturas sean complementarias fundiéndolas temáticamente y poniendo a disposición de los estudiantes una fusión que es superior a sus partes.

**Palabras Clave**— aprendizaje, física, ingeniería, programación de computadores.

Recibido: 8 de julio 2021. Revisado: 10 de agosto de 2021. Aceptado: 3 de diciembre de 2021.

## Programming + Physics: motivating learning strategy in Systems Engineering

**Abstract**— One of the challenges for basic science teachers is to give meaning to the knowledge they share with engineering students. For their part, teaching engineers also have a challenge when it comes to teaching programming, as well as the benefits that this area brings from the perspective of the appropriation of computational thinking. This article presents the results of an investigation carried out with two courses in parallel, one of them with a traditional treatment where basic science subjects and programming subjects each go their own path of knowledge and another with which they have sought the meaning of basic science in programming and vice versa. The results have been surprising for both areas and have allowed us to notice that if the teachers of both areas are properly trained, the great beneficiary will be the student who, in addition to achieving the individual objectives of each area, will be able to appropriate the meaning and significance they have in their process training as engineers. The study concludes that it is necessary for basic science teachers and programming teaching engineers to mutually articulate so that their subjects are complementary, melding them thematically and making available to students a fusion that is superior to its parts.

**Keywords**— computers programming, engineering, learning, physics.

## 1 Introducción

Uno de los fundamentos científicos de la ingeniería, que es el área de conocimiento a través de la cual se privilegia el ingenio para que desde la creatividad, la ciencia y la tecnología se puedan encontrar soluciones sistemáticas y generales a los

problemas de la sociedad [1], corresponde a las ciencias básicas que son el área de donde se heredan conceptos de ciencia para interpretar, modelar, intervenir, retroalimentar y evaluar el entorno sin que se necesite atentar contra dicho entorno [2]. Entre las ciencias básicas se encuentra el área de la física que es la ciencia que se ocupa de las propiedades y características de la materia, de la energía y de sus respectivas relaciones y que posibilita caminos de explicación científica para fenómenos naturales que suceden en el entorno natural y artificial del ser humano [3].

La enseñanza de la física se ha tomado como ejemplo de área para cristalizar el impacto del aprendizaje de la programación en una ciencia básica dado que es gran bastión del conocimiento, apropiación y aproximación a la realidad que rodea al hombre [4], aunque el tema no se desarrolla como tal. De todas formas se establece que la física provee modelos, teorías, sistemas y conceptos de los cuales se sirve la Ingeniería para estructurar las soluciones que requiere la sociedad del siglo XXI en los escenarios emergentes y en las nuevas realidades que se viven día a día. La característica principal de la sociedad actual radica en que los cambios que se suceden, además de ser dramáticos y transformantes, se están viviendo en una sola generación [5].

Es claro que las sociedades, a lo largo de la historia de la Humanidad, han estado en mundos cambiantes [6] pero nunca se habían visto cambios tan rápidos en el tiempo y transformaciones tan instantáneas tal como los que se han sucedido con la declaratoria de pandemia por COVID-19 en todo el planeta [7]. Todo eso nos pone ante un mundo académico que, igualmente, debe preparar a sus estudiantes para que estén preparados para articularse y afrontar una sociedad de estas características que, además, los está requiriendo con gran necesidad.

La presente investigación plantea una metodología para que se le confiera un sentido práctico a la física, como ciencia básica, a través de la programación de computadores como elemento que la transversaliza pues el problema al cual se enfrentan los docentes de ciencias básicas y los ingenieros docentes del área de programación radica la necesidad de conferirle significado a ambas áreas de forma que los estudiantes de ingeniería no sólo recorran sus contenidos temáticos sino que también apropien y asimilen sus conocimientos disciplinares desde una perspectiva práctica que favorezca a la Ingeniería y con ello, que aporte a la construcción de soluciones a los problemas que aquejan a la sociedad.

El propósito del estudio es proveer elementos de juicio que les permitan a los docentes de física pensar en la necesidad de complementar sus enseñanzas con la programación y que posibiliten que los ingenieros docentes del área de programación encuentren un área de alta aplicabilidad a los conceptos algorítmicos, técnicos y tecnológicos desde los problemas que la misma física plantea. La novedad del artículo radica en que a) se busca una transversalización que favorezca el significado y aplicación de ambas áreas académicas en los términos en que el estudiante debe verlos, b) se han realizado pruebas experimentales con grupos paralelos y se puede demostrar la utilidad, desde el aprendizaje, de la conjunción de ambas áreas en el sentido de ser transversales a la física desde la programación y c) se ha conducido una investigación cualitativa motivada desde el área de la programación con el ánimo de favorecer, fortalecer y darle significado al área de la física.

Es posible que se piense que las áreas académicas tienen un significado en sí mismas lo cual es cierto desde su naturaleza epistemológica. La pregunta que cabe hacerse es si, para los estudiantes de ingeniería, tanto la física como la programación tienen suficiente significado más allá de ser requerimientos curriculares propios en un programa de formación de ingenieros. La investigación se justifica debido a que cada vez son más los ingenieros que optan por la docencia como su arista profesional y, al tiempo, cada vez se hace más necesario acudir a las ciencias básicas para fortalecer a la Ingeniería al fin y al cabo las ciencias básicas buscan que la mirada de los estudiantes hacia su entorno tenga una fuerte componente científica de manera que les permita abordar y resolver los problemas que allí surjan.

Este artículo es un producto del proyecto e investigación 6-19-11 “Desarrollo de un modelo de enseñanza y aprendizaje que transversalice el conocimiento derivado de las Ciencias Básicas aprovechando la programación de computadores en Ingeniería de Sistemas basado en Brain Based Learning y Pensamiento Computacional” tramitado y aprobado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira.

El artículo, bajo el formato estándar IMRYD, presenta la metodología y los resultados de la investigación realizada con grupos paralelos y asimismo, la discusión respectiva al respecto de lo encontrado para terminar con unas conclusiones con las cuales se busca aportar a la discusión y al conocimiento. Las pruebas se realizaron durante el período de pandemia por COVID-19, es decir, desde el primer semestre de 2020 hasta el primer semestre de 2021 incluyéndolo, por un lapso de tres meses. Las pruebas se realizaron con estudiantes de programación de primer semestre de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Tecnológica de Pereira.

## 2 Marco Teórico

La física es una de las áreas más importantes de las Ciencias Básicas que posibilita la comprensión del universo, la relación entre energía y materia, la fuerza y el movimiento, las relaciones entre espacio y tiempo, la aproximación a las magnitudes y su asociación con el pensamiento humano, las propiedades físicas y la forma como éstas interactúan [8]. Se sirve de las matemáticas para construir los modelos a partir de

los cuales intenta describir los fenómenos naturales desde una perspectiva científica.

Con el estudio de la física se incentiva no sólo la comprensión del mundo sino que se proveen herramientas conceptuales que posibilitan su modelación para analizarlo, entenderlo, intervenirlo, optimizarlo, mejorarlo, adecuarlo y evaluarlo sin que exista la necesidad de interactuar directamente con él [9]. A través de ella se promueven las competencias científicas, tan necesarias en la formación de ingenieros, que propenden por brindarle al estudiante métodos sólidos para aproximarse a la realidad [10] de forma que no obedezca a razonamientos subjetivos sino, y en lo posible, a fundamentos que sean demostrables desde todo punto de vista.

La física también promueve un conjunto de métodos para interpretar el mundo a través de sus propios conceptos con apoyo en las matemáticas generando en los estudiantes una cultura de ciencia que les confiere una visión general, holística y con fundamentos en la realidad. Ésta se ha convertido en la base para el desarrollo tecnológico que, en la actualidad, ha permeado los más profundos rincones y estratos de la sociedad, de sus conocimientos y de sus proyecciones [11].

A través de la física se puede conceptualizar, teorizar, experimentar y retroalimentar partes de diversos sistemas así como sistemas completos que forman parte de la cotidianidad del ser humano [12] y también aquellos que no son alcanzables directamente pero que pueden analizarse a través de los instrumentos que para tal fin el conocimiento humano ha ido generando. La física busca comprender el mundo que nos rodea y sus relaciones a partir de las formas más simples de expresión matemática. Cuando un estudiante comprende los propósitos de la física, entiende asimismo, la necesidad de conservar los recursos a través de una conciencia científica que vaya en bien de la sociedad, del ser humano, del medio ambiente en la cual la misma sociedad pueda resolver sus problemas, algunos naturales y otros generados por el mismo ser humano [13].

En el mundo de la Ingeniería el estudio de la física es de vital importancia porque ésta provee a la ingeniería no sólo los fundamentos científicos para comprender los fenómenos del mundo desde una perspectiva científica sino que la abre el camino para pensar en su aplicación en cuanto al diseño de dispositivos que permitan resolver problemas que aquejen al ser humano y a la sociedad en general [14]. Un estudiante de ingeniería debe tener una concepción científica muy clara derivada de su contacto con la física que, normalmente y a nivel curricular, está distribuida en cuatro o cinco semestres [15] de manera que en el estudiante se pueda formar una visión científica para enfrentar los posibles problemas que se le presenten en su ámbito profesional. La enseñanza de la física invita a que este objetivo se cumpla y que no sólo se conviertan en asignaturas que dificultan la continuidad de la ingeniería sin que el estudiante haya podido visualizar el sentido y significado tan interesante que tiene la física en su formación como ingeniero.

La programación de computadores provee al estudiante de ingeniería de una forma de pensamiento conocida como pensamiento computacional [16] que persigue unos objetivos muy concretos: a) capacidad y metodologías para resolver problemas dado que la ingeniería está hecha para enfrentarlos y

buscar caminos científicos y sistemáticos para resolverlos, b) fomento al pensamiento crítico de manera que, ante una situación a resolver, se evalúen las condiciones y reglas que cristalizan dicha situación y se confronten con el entorno en donde ellas se hacen efectivas, c) el aprovechamiento de la tecnología dada la alta penetración de pantallas y sistemas digitales en el mundo a lo cual no se puede negar la academia y, por el contrario, debe asirse para capitalizarla en toda sus dimensiones y d) la algoritmización de las soluciones de forma que éstas puedan verse desde una perspectiva computacional para que puedan ser implementadas en sistemas digitales de alta velocidad, gran capacidad de procesamiento y almacenamiento [17].

Los programas de ingeniería tienen, en tiempos de hoy, el compromiso de conferirle sentido y significado a la física, desde la arista de los ingenieros docentes [18], para que los estudiantes puedan visualizar la importancia de ésta en su futura vida profesional como ingenieros y puedan valerse de sus conceptos, modelos, métodos y teorías para construir soluciones que favorezcan al ser humano de una forma duradera y estable [19].

### 3 Metodología

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo en lo que se refiere a los resultados y algunos análisis se han realizado desde la perspectiva cualitativa. Para ello se dispusieron, por semestre, dos cursos de Programación I de Ingeniería de Sistemas y Computación. Con uno de ellos se condujo el curso en mención tomando todos los ejercicios y enunciados del curso de Física I y haciendo que la temática de los enunciados avanzara en la medida en que avanzaran los temas de programación. Los cursos de programación con enunciados tomados de la física se nombraron como Cursos de Análisis.

Los cursos paralelos se condujeron, con la misma temática Programación I en el mismo programa de formación superior, y en él los enunciados y ejercicios fueron generales sin que se percibiera un perfil específico temático a lo largo de los temas. Estos cursos se nombraron como cursos de referencia.

En ambos cursos se desarrollaron talleres similares en sus planteamientos pero diferentes en la literalidad de los enunciados. También se realizaron 4 evaluaciones, una cada 4 semanas, que correspondieron a tres pruebas parciales y una prueba final. Las evaluaciones de los cursos de análisis coincidieron en fechas con las evaluaciones de los cursos de referencia. En los grupos de análisis también se incluían preguntas y enunciados conceptuales en relación con la física. Todas las pruebas se realizaron durante el período comprendido entre el primer semestre 2020 y el primer semestre 2021 incluyéndolo, tiempo en el cual se adoptaron las medidas de confinamiento, aislamiento y distanciamiento producto de la pandemia por COVID-19.

La técnica de recolección de información cuantitativa se basó en los resultados de las evaluaciones parciales y finales en ambos grupos por semestre. En cuanto a la información cualitativa, en cada semestre se recolectó la opinión de los estudiantes al respecto del proceso y cuyos resultados se analizarán más adelante en el ítem respectivo. Las pruebas escritas tuvieron un formato metodológico cerrado y las

opiniones de los estudiantes se motivaron a través de preguntas abiertas.

La información recolectada se agrupó según criterios temporales, conceptuales y temáticos y se organizó estadísticamente de forma que pudiera presentarse de forma breve en el presente artículo. Para interpretar dicha información se acudió a los conceptos derivados de la metodología de la investigación y de los criterios que provee la estadística. Lo cualitativo se trató desde la perspectiva de las ciencias de la educación.

### 4 Resultados

La Tabla 1 corresponde a la relación cuantitativa de los estudiantes que participaron en esta investigación que se obtuvieron a partir de los cursos asignados como carga académica durante los tres semestres comprendidos entre el primer semestre de 2020 y el primer semestre 2021 incluyéndolo, que constituyen el período en el cual, hasta el momento, se han hecho efectivas las restricciones producto de la declaratoria de pandemia COVID-19 y en los cuales la virtualidad fue el único camino posible de adoptar institucionalmente para la continuidad de la academia.

Tabla 1  
Estudiantes participantes

Año	Sem	Cursos de Análisis	Cursos de Control	Total x Semestre
2020	I	21	22	43
	II	20	21	41
2021	I	22	21	43
	Total	63	64	127

Fuente: Los autores.

En la Tabla 2 se pueden observar los resultados cuantitativos del promedio de las evaluaciones parciales de los estudiantes tanto en los cursos de análisis como en los cursos de control y se puede observar una diferencia comparativa de alto significado que se analizará posteriormente en el numeral de Discusión de manera que se hagan algunas reflexiones al respecto del impacto de la programación como base de aprendizaje para la física.

Tabla 2  
Resultados cuantitativos – Evaluaciones parciales

Año	Sem	Cursos de Análisis			Cursos de Control		
		IP	IIP	IIIP	IP	IIP	IIIP
2020	I	4,6	4,7	4,6	3,7	3,6	3,5
	II	4,4	4,5	4,5	3,6	3,5	3,5
2021	I	4,3	4,4	4,5	3,6	3,6	3,5
	Promedios	4,43	4,53	4,53	3,63	3,56	3,50

Fuente: Los autores.

En la Tabla 3 se presentan los resultados cuantitativos de las evaluaciones finales que muestran la diferencia a nivel de la prueba escrita que se realiza al final del semestre y que compendia todo el tema visto durante el semestre que incluye la arista de programación y el aporte que la física le hace a ésta como un camino para que se complementen mutuamente en beneficio del aprendizaje. Debe anotarse que, sin menoscabo de las conclusiones a que haya lugar, la Tabla 3 presenta los promedios de las evaluaciones finales de cada grupo analizado.

Tabla 3  
Resultados cuantitativos – Evaluaciones finales

Año	Sem	Cursos de Análisis	Cursos de Control
2020	I	4,6	3,2
	II	4,6	3,4
2021	I	4,5	3,5
	Promedio	4,5	3,4

Fuente: Los autores.

En la Tabla 4 son presentadas las opiniones abiertas de los estudiantes al respecto de la metodología utilizada tanto en los cursos de análisis (en donde se combinó el aprendizaje de la programación con el aprendizaje de la física) como los cursos de control (en donde la asignatura se condujo por los caminos tradicionales de conceptualización formal).

Tabla 4  
Opiniones abiertas de estudiantes

Cursos de Análisis	Cursos de Control
Se aprende física y programación al tiempo	Es interesante la forma como el profe explica
La física le da sentido a la programación	La programación es entretenida
La programación le da sentido a la física	Qué bueno ver aplicaciones más concretas de la programación
Muy entretenido aprender dos materias al mismo tiempo	Por momentos la programación tiene conceptos complejos
No se siente ni la física ni la programación	Los temas duros de programación deben ser muy aplicables
Después de programación 1 quedamos listos para Física 1 (sic)	Es difícil aplicar la programación en la práctica
La metodología es maravillosa	El profe hace lo mejor que puede y es muy buena la materia con él
Ojalá otros profesores aplicaran esta metodología	Los ejercicios de programación son muy breves
Vacano (sic) que todas las materias fueran así por pares	Las grandes aplicaciones de la programación aún no están a nuestro alcance
De esta forma uno podría ir adelantando otras materias	Todo depende de la calidad del profe

Fuente: Los autores.

## 5 Análisis de resultados y discusión

Lo primero que debe notarse es la cantidad de estudiantes participantes en esta investigación en la cual hicieron presencia virtual un promedio de 42 estudiantes por semestre. Si se tiene en cuenta que la Universidad Tecnológica de Pereira acepta 120 estudiantes nuevos en I semestre de Ingeniería de Sistemas y Computación, el promedio citado corresponde a un 33% de la población objetivo, estudiantes de I semestre, lo cual posibilita unos resultados con alto grado de confiabilidad según los cánones establecidos por la estadística.

En la Tabla 2 se presentan los resultados cuantitativos que corresponden a las evaluaciones parciales realizadas en los dos tipos de cursos, semestre a semestre. Es de anotar que si las condiciones para ambas evaluaciones fueron las mismas, los mecanismos de control fueron los mismos, los temas a evaluar fueron los mismos y en general el diseño de la evaluación en su forma fue la misma, la diferencia que se presenta en las notas equivale al factor diferenciador que consiste en esta investigación en que en cada semestre con un curso se condujo el curso de programación basándose en enunciados tomados de la física y con el otro curso se plantearon enunciados genéricos

que buscan una arista aplicativa a los conceptos propios de la programación funcional.

Se observa en la Tabla 2, una tendencia leve pero notoria a través del tiempo a ascender en los resultados cualitativos durante el mismo semestre. Esta tendencia es precisamente al contrario, también leve pero igualmente notoria, en donde la tendencia entre evaluaciones parciales es con tendencia a la baja. En los cursos de análisis los promedios rondan el valor 4,5 mientras que en los cursos de control los promedios de los parciales rondan el valor 3,5 lo cual establece una diferencia de una unidad completa que, en términos comparativos con el valor máximo a obtener que es 5,0, corresponde a un 20% que podría asociarse, por las razones expuestas al inicio del párrafo anterior, a la mejora en el aprendizaje cuando se le confiere significado a la programación a través de la física y cuando mutuamente las dos áreas se enriquecen.

Es de anotar que los valores presentados, en cada curso, corresponde al promedio, medida de tendencia central que se adoptó para simplificar la presentación y la interpretación toda vez que se confirmó que no altera las conclusiones de orden estadístico que se obtienen con el conjunto general de datos. En la Tabla 3 se presentan los resultados cuantitativos de las evaluaciones parciales y se observa que van en sintonía con los resultados de las pruebas parciales, es decir, los cursos de análisis tuvieron un rendimiento mayor (numéricamente) que los cursos de control en una proporción que llegó a una diferencia de 1,4 que comparando con el mayor valor posible de 5,0 corresponde a un 28%, un incremento diferencial significativo que devela un progreso cuantitativo que no se puede desconocer. En general, todos los promedios de las evaluaciones finales fueron más favorables, con diferencia mínima de 1,0 a los cursos de análisis que a los cursos de control.

Las opiniones cualitativas abiertas que aparecen en la Tabla 4 se han agrupado con el ánimo de simplificar su presentación y, por ende, su análisis. En los cursos de análisis se observa una motivación producto del aprendizaje de la física como elemento temático y de la programación como elemento práctico, al tiempo, que genera una sinergia entre las dos áreas que permite que una se fortalezca con la otra a nivel de aprendizaje para bien del proceso de formación de los estudiantes. Los estudiantes manifiestan gran complacencia al encontrarle un significado a la física a través de la programación y un sentido práctico a la programación a través de la física porque además de motivarlos a aprender ambas temáticas también les permite aprenderlas al tiempo pues, según sus propias palabras, no se siente ni la una ni la otra. Un factor que cobra especial relevancia lo constituye el hecho de que los estudiantes perciben estar adelantando una asignatura gracias a la estrategia de transversalización adoptada. La opinión sobre la metodología es absolutamente favorable al punto de que sugieren que los profesores deberían adoptarla en sus asignaturas y lo hacen extensivo no sólo a las asignaturas de las ciencias básicas sino también a todas las demás del plan de estudios.

Por su parte los estudiantes de los cursos de control destacan la calidad del profesor y prácticamente el desarrollo de la asignatura lo endilgan a la metodología que el profesor adopte, en contraposición con los grupos de análisis que destacan el

significado mutuo que les confiere la complementación entre la física y la programación y en donde el avance en el aprendizaje no depende de la calidad del docente, lo cual es absolutamente favorable para un proceso de formación.

El sentido aplicativo de la programación siempre será un propósito que los docentes de programación deben tener en cuenta porque no se puede negar, y así lo sostienen los estudiantes, que existen conceptos propios de la programación que tienen un cierto nivel de complejidad a pesar de ser un camino lógico para interpretar y modelar soluciones para resolver problemas de información. La necesidad de ejercicios más relacionados con la vida real constituye uno de los factores motivacionales más importantes en estos tiempos en donde el conocimiento por se tiene poco sentido si no se le encuentran nexos que le posibilitan la aplicación práctica.

En síntesis, los cursos de análisis destacan el significado del conocimiento tanto en programación como en física y exaltan la complementación que se logra con la transversalización de una sobre la otra. Por su parte, los cursos de control solamente endilgan todo el proceso a la calidad del docente, lo cual podría hablar muy bien del docente pero habla mal del proceso como tal pues el acceso al conocimiento debe tener caminos que no dependan de los seres humanos sino del recorrido que se haga para acceder a él.

## 6 Conclusiones

Teniendo en cuenta que el propósito de la investigación consistía en proveer elementos de juicio que permitieran a los docentes de física y de programación la complementación de ambas áreas para posibilitar un aprendizaje mutuo más efectivo, puede decirse que se llega a tres conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos:

- a) Se hace necesario que exista una aproximación temática y aplicativo entre la programación de computadores y la física para que se le confiera significado mutuo y se complementen las dos áreas.
- b) Resulta muy conveniente que los ingenieros docentes acudan a la Física como área para derivar de allí enunciados que le den significado a la programación y que los docentes de ciencias básicas acudan a la programación para que le encuentren el sentido práctico a ambas asignaturas.
- c) Es muy importante que los ingenieros docentes entiendan que el conocimiento disciplinar propio de la ingeniería no es válido per se sin que adquiere gran significado, y genera una alta motivación, cuando se relaciona con áreas como la física en donde los estudiantes se articulan fácilmente con ambas áreas en pos de su alcanzar los objetivos propuestos en su proceso de aprendizaje.

## Referencias

- [1] M. Annanah, «Humanities and Engineering Education,» 23 Marzo 2016. [En línea]. Available: <http://www.tseitim.org/2016/03/importance-humanities-engineering-education/>. [Último acceso: 18 08 2018].
- [2] J. Ben Haim, “Why the best engineers should study Humanities”, *The international journal of mechanical engineering education*, vol. 28, pp. 195 - 200, 2000.

- [3] R. Serway y J. Jewett, Física para ciencias e ingeniería, México DF: Cengage Learning Editor, 2008.
- [4] M. Baunmann, C. Gordalla y T. Schmitz , “How problem based learning can facilitate training on hard and soft skills”, *Biomedical engineering*, vol. 58, n° 1, p. N.D., 2013.
- [5] Y. Harari, 21 Lecciones para el Siglo XXI, Madrid: Debate, 2018.
- [6] J. Rey Babini y J. Pastor, Historia de la Matemática Vol. II, Buenos Aires: Gedisa, 2013.
- [7] K. Schwab y T. Malleret, COVID-19: the great reset, Zurich (Suiza): Agentur Schweiz, 2020.
- [8] A. Sepúlveda, Historia de la Física, Medellín: Fondo Editorial Cooperativo, 1995.
- [9] C. Rovelli, Siete breves lecciones de Física, Roma: Anagrama, 2014.
- [10] M. Havenge, B. Breed y Et al., “Metacognitive and problem solving skills to promote self directed learning in computer programming”, *SA-EDUC Journal*, vol. 10, n° 2, pp. 11-25, Octubre 2013.
- [11] J. Alves, N. Lima y G. Alves, “Adjusting higher education competences to companies professional needs”, *International Journal of human capital and information technology professionals*, vol. 8, n° 1, pp. 66-77, 2017.
- [12] R. Feynman, Lectures on Physics, N.Y.: New Millenium Editions, 2011.
- [13] J. L. Maturana Andrade, Situaciones didácticas y resolución de problemas cotidianos, Cali: Universidad ICESI - Escuela de Ciencias de la Educación - Maestría en Educación, 2017, p. 109p..
- [14] J. Acosta Flores, Ingeniería de Sistemas, un enfoque interdisciplinario, México: AlfaOmega Grupo Editorial, 2003.
- [15] Evaluación, Evaluación para el Aprendizaje, Santiago de Chile: Ministerio de Educación, 2006, p. 291p..
- [16] P. Denning y M. Tedré, Computational Thinking, Massachussets: The MIT Press, 2019.
- [17] J. Wing, “Computational Thinking”, *Communications on the ACM*, vol. 49, n° 3, pp. 33-35, Marzo 2006.
- [18] O. I. Trejos Buriticá, Significado y Competencias, Pereira (Risaralda) - Colombia: Editorial Papiro, 2012, p. 127.
- [19] D. Johnson y J. Wetmore, Technology and Society: building our sociotechnological future, Boston: The MIT Press, 2008.

**O. I. Trejos Buriticá.** Ingeniero de Sistemas. Especialista en Instrumentación Física. Magister en Comunicación Educativa. PhD en Ciencias de la Educación. Docente de planta categoría Titular del Programa Ingeniería de Sistemas y Computación en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Tecnológica de Pereira. Autor de varios libros de programación y de una buena cantidad de artículos de investigación científica educativa en el área de la programación de computadores sobre aproximación a la optimización de procesos de enseñanza y aprendizaje dentro del contexto de la formación de ingenieros con perfil tecnológico.  
<https://orcid.org/0000-0002-3751-6014>

**L. E. Muñoz Guerrero.** Ingeniero de Sistemas. Magister en Ingeniería de Sistemas. Docente Titular de Planta Universidad Tecnológica de Pereira, con 15 años de experiencia en el campo de la formación universitaria. Autor de libros académicos y de investigación. Ha publicado artículos en revistas especializadas nacionales e internacionales. Su área de Investigación se centra en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la programación.  
<http://orcid.org/0000-0002-9414-6187>