



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE CURSOS TEÓRICO – PRÁCTICOS EN INGENIERÍA CON BASE EN EL MODELO DIDÁCTICO DE MALLART

**José Luis Paternina, Edwin Francisco
Forero, Carlos Enrique Montenegro**

**Universidad Santo Tomás
Bogotá, Colombia**

José de Jesús Paternina

**Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia**

Resumen

En el presente trabajo se muestra la Alfabetización Científico y Tecnológica como estrategia para la enseñanza de asignaturas teórico - prácticas en ingeniería, a través de una variación del modelo didáctico de Mallart. Para ello, se toma como caso de estudio los cursos de Electrónica I y Conversión Electromagnética pertenecientes al plan de estudios del programa de Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomás. Las temáticas de "Transistor como amplificador" y "Motor de Inducción" son las escogidas para desarrollar la metodología en cada curso respectivamente. Para el desarrollo de cada temática se parte de una contextualización que ilustra unas nociones básicas. De ahí, se realiza un ejercicio práctico de laboratorio dónde el estudiante tiene un primer acercamiento con la tecnología en cuestión. En esta primera parte del modelo, los docentes guían al estudiante para que la experiencia inicial con la temática en cuestión no sea traumática. Para esto, cada docente diseña una práctica de laboratorio donde garantiza el funcionamiento de los dispositivos utilizados con el fin de que el estudiante genere un vínculo afectivo positivo con los mismos. Además de ello, el docente estructura la primera práctica de tal forma que la concepción y objetivos de la Alfabetización Científico y Tecnológica faciliten el aprendizaje de las nuevas temáticas para el estudiante. Con el fin de lograrlo, se prioriza la importancia de que el estudiante desarrolle la capacidad de resolver problemas relacionados a su entorno profesional y personal, con ayuda de los conceptos científicos y tecnológicos asociados con las temáticas a desarrollar en cada curso. Después de ello, el estudiante formula (con la ayuda de las preguntas orientadoras propuestas por el docente) los conceptos y principios teóricos que

sustentan los resultados obtenidos en la práctica inicial. Por último, el docente formula una práctica adicional donde los estudiantes validan los conceptos deducidos en la fase teórica.

Para evaluar el impacto de la estrategia se implementa un cuestionario (validado a través de dos instancias: pares académicos y expertos) que permita evidenciar las percepciones de los estudiantes respecto a este tipo de tecnologías para el aprendizaje de las nuevas temáticas.

Palabras clave: alfabetización científica y tecnológica; modelo didáctico de mallart; educación en ingeniería aplicada

Abstract

In the present work, Scientific and Technological Literacy is shown as a strategy for teaching theoretical - practical subjects in engineering, through a variation of Mallart 's didactic model. For this, the courses of Electronics I and Electromagnetic Conversion belonging to the curriculum of the Electronic Engineering program at the Santo Tomás University are taken as a case study. The themes of "Transistor as amplifier" and "Induction Motor" are chosen to develop the methodology in each course respectively. For the development of each theme, it starts from a contextualization that illustrates some basic notions. Hence, a practical laboratory exercise is carried out where the student has a first approach with the technology in question. In this first part of the model, teachers guide the student so that the initial experience with the subject in question is not traumatic. For this, each teacher designs a laboratory practice where he guarantees the functioning of the devices used in order for the student to generate a positive affective link with them. In addition to this, the teacher structures the first practice in such a way that the conception and objectives of Scientific and Technological Literacy facilitate the learning of new topics for the student. In order to achieve this, priority is given to the importance of the student developing the ability to solve problems related to their professional and personal environment, with the help of the scientific and technological concepts associated with the topics to be developed in each course. After that, the student formulates (with the help of the guiding questions proposed by the teacher) the theoretical concepts and principles that support the results obtained in the initial practice. Finally, the teacher formulates an additional practice where the students validate the concepts deduced in the theoretical phase.

In order to evaluate the impact of the strategy, a questionnaire (validated through two instances: academic peers and experts) is implemented to demonstrate the perceptions of students regarding this type of technology for learning new topics.

Keywords: scientific and technological literacy; mallart's didactic model; engineering education

1. Introducción

El concepto de alfabetización científico y tecnológica (ACT) aparece como respuesta a la forma convencional de la enseñanza de las ciencias (que puede identificarse con una corriente de pensamiento científico dada en el siglo XIX, donde se tienen ciencias con léxico académico y

erudito que en la mayoría de las ocasiones se encuentra alejada de la realidad). Desde una perspectiva epistemológica, se considera que la única forma correcta de referirse al mundo es mediante paradigmas o verdades absolutas, teniendo un enfoque netamente positivista. Es por ello que esta postura epistemológica se considera descontextualizada y sin un enfoque claro al mundo industrializado ni a la sociedad del conocimiento actual. En otras palabras, no se tiene pertinencia entre la enseñanza de contenido con carácter científico y los requerimientos que el mundo tiene (Fourez, 1997; Morgan, 1993).

Esta falta de pertinencia de los conocimientos científicos y tecnológicos en relación con los requerimientos del mundo real ha llevado a una crisis en la enseñanza de las ciencias, lo cual representa un riesgo alto para la sociedad en general por dos factores en particular: escasez de ingenieros y científicos. (Holton, 1986).

De esta forma, es evidente que los paradigmas utilizados para la enseñanza de las ciencias (y por supuesto, la ingeniería) deben ser reevaluados.

Por estas razones, se concibe la ACT como metodología alternativa para impartir cursos teórico práctico en ingeniería (cuya noción epistemológica se sustenta en conocimientos científicos y tecnológicos). Para ello, se parte de las nociones propuestas por la UNESCO (2016) dónde es importante entender qué:

“una persona letrada en ciencia y tecnología implica mucho más que ser capaz de leer, entender y escribir acerca de ciencia y tecnología; incluye la habilidad de aplicar conceptos científicos, usar herramientas tecnológicas en la resolución de problemas y la toma de decisiones en su quehacer diario e implica la aplicación de conceptos científicos más allá de las exigencias de la evaluación curricular” (Unesco, 2016).

Con lo anterior, se propone la impartición de dos temáticas (en los cursos de Electrónica I y Conversión Electromagnética en el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás) mediante el acercamiento de la ACT como metodología.

2. Marco Teórico

2.1. Alfabetización Científico y Tecnológica

Partiendo de distintas nociones de la UNESCO y autores como Fourez (1997), es posible entender la alfabetización Científico y Tecnológica (ACT) como una expresión que designa saberes, competencias y capacidades asociadas a desarrollos tecnológicos y científicos (con un enfoque ingenieril, por ejemplo), para que sean utilizados en la cotidianidad tanto personal como profesional de los individuos. De esta forma, la ACT correspondería a lo que fue la alfabetización (habilidad de lectura y escritura) en el siglo pasado.

En cualquier proceso de ACT, es importante considerar contenidos de tipo axiológico, como por ejemplo las normas, comportamientos sociales, sentimientos y emociones. Siempre se debe tener en cuenta que cualquier decisión tecnocientífica estará condicionada por dichos aspectos en el

individuo. Por ello, la continua reflexión debe ser un componente implícito y se debe abrir el espacio para que se practique por parte del estudiantado (Acevedo & Díaz, 2004).

Mediante la ACT es posible organizar la disciplina científica teniendo en cuenta aspectos relevantes de la vida diaria de las personas: autonomía, socioeconómicos y culturales (Antonio Acevedo Díaz, Vázquez Alonso, & Antonia Manassero Mas, 2003; Fourez, 1997).

Autores como (Antonio Acevedo Díaz et al., 2003) manifiesta los rasgos fundamentales que deben estar presentes en una ACT:

- Conceptual: comprensión y conocimiento de ciencias y su relación con la sociedad.
- Procedimental: aplicación de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana. Esto, muy relacionado con la divulgación de la ciencia al público de manera comprensible (comprensión pública de la ciencia).
- Afectiva: Aprecio a la ciencia e interés por la misma, a través de actitudes, emociones, valores y disposición.

Después de entender los rasgos fundamentales que se requieren en procesos de ACT, es necesario mencionar sus fines (enmarcados a su vez en tres componentes). Dentro del componente personal se tiene como fin la autonomía del individuo, dentro del componente cultural, social, ético y teórico el fin es la comunicación con los demás. Por último, se tiene el manejo del entorno como fin del componente económico. De esta forma, alguien alfabetizado científica y tecnológicamente es capaz de utilizar sus saberes para lograr cierta autonomía (capacidad de argumentar y debatir sobre sus decisiones con un entorno), encontrar las formas y maneras de decir algo y la responsabilidad frente a situaciones en particular (Fourez, 1997). En líneas generales, Fourez recomienda que para estar científica – tecnológicamente alfabetizado, se requieren los siguientes criterios:

1. Buen uso de los especialistas (Nadie posee la verdad absoluta. Es necesario recurrir a expertos y recurrir con un pensamiento crítico).
2. Buen manejo de las cajas negras¹ (Profundizar en los temas de interés, tomando como cajas negras las representaciones no centrales de una investigación o proyecto).
3. Buen uso de modelos simples, metáforas o comparaciones (simplificar modelos o abrir las cajas negras necesarias mediante comparaciones que permitan facilitar la comprensión).
4. Articulación entre saberes y formación de islotes interdisciplinarios (realizar un modelado que contemple saberes de distintas disciplinas y permitir una articulación entre ellas).

La ACT busca desarrollar una capacidad de modelización que permita al individuo elaborar una representación intelectual de una situación que sea fácil de comunicar a otros y le permita ubicarse (saber – hacer) ante dicha situación en particular.

¹ Entiéndase por caja negra una representación de una parte del mundo, que se acepta de forma general, sin entrar en detalle con su funcionamiento interno. Únicamente, entradas y salidas de dicha parte.

Para una iniciación en ACT, Fourez recomienda fomentar un proyecto tecnológico con los estudiantes mediante el desarrollo de una tecnología en particular.

2.2. Modelo Didáctico de Mallart

En la enseñanza de la ingeniería (como en cualquier otro proceso formativo) es importante concebir las estrategias didácticas que garanticen la transmisión de saberes y generación de competencias. En este ámbito, se propone el modelo didáctico de Mallart: Práctica – Teoría – Práctica.

Bajo el modelo de Mallart, se recomienda empezar con algo empírico (un experimento, una situación), estudiar ese primer acercamiento empírico a través de documentación (fase teórica), para finalmente volver a la práctica y así, evaluar lo documentado y propuesto en la fase teórica (Mallart, Juan. Sepúlveda, F., Rajadell, 2001; Paternina, 2019).

Además, este modelo didáctico ya se ha utilizado para la elaboración de recursos para la ACT. Por ejemplo, autores como Paternina (2019) han propuesto metodologías para la construcción de textos como recursos ACT dirigidos a la formación de docentes, partiendo del modelo de Mallart.

3. Diseño de los trabajos a realizar en los cursos

Cada docente utilizó una metodología fundamentada en la ACT y en los objetivos que esta busca, partiendo de un ajuste al modelo didáctico de Mallart. En líneas generales, la forma de trabajo se ilustra en la figura 1

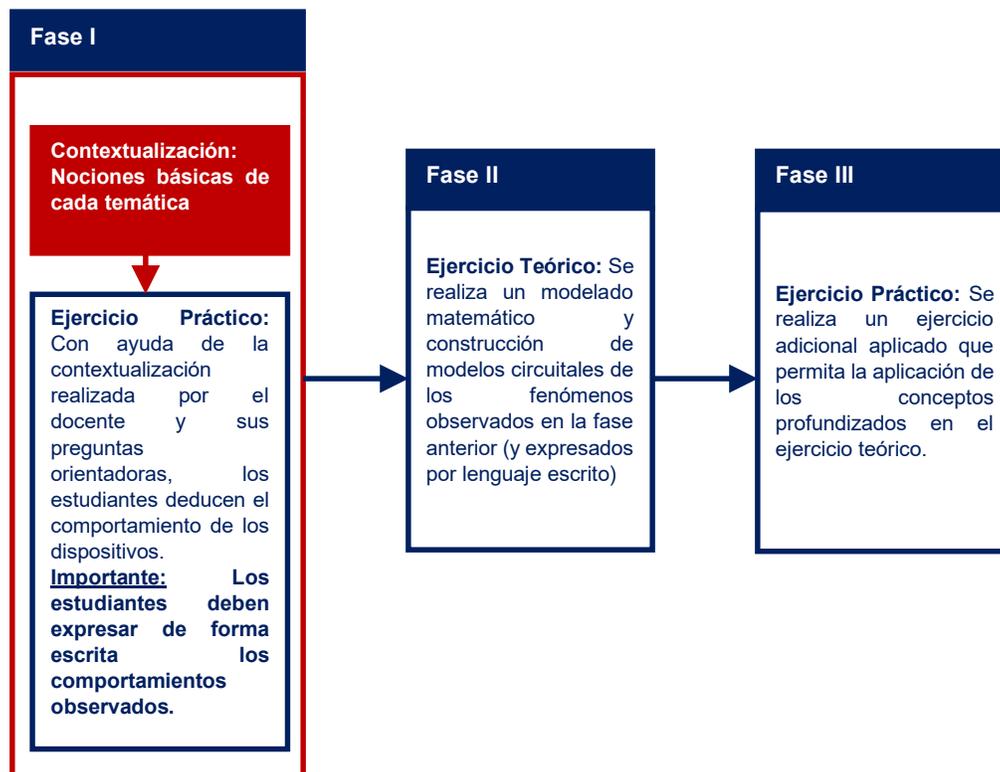


Figura 1. Modelo didáctico de Mallart ajustado.

Para entender la propuesta didáctica de Mallart (convencional), es importante tener en cuenta ciertas consideraciones. Por ejemplo, el modelo concibe el proceso de enseñanza por tres fases (práctica – teoría – práctica), las cuales se tienen de color azul en la figura 1. Sin embargo, dicho modelo se complementa con una modificación de la primera fase, en la cual se hace énfasis en un proceso de contextualización. Cabe aclarar que esto se hace de acuerdo con la experiencia de los docentes que utilizaron la metodología en las respectivas cátedras. Por ello, de color rojo se enmarca la propuesta de la presente investigación. De esta forma, las fases del modelo siguen siendo las mismas tres, pero añadiendo un ejercicio de contextualización en la primera.

Cualquier docente que desee replicar la metodología en alguno de sus cursos teórico - prácticos de ingeniería, debe considerar lo mencionado en la figura 1. De esta forma, se propone la realización de una contextualización ante sus estudiantes que les permita tener los conceptos básicos suficientes para entender lo que visualiza en el primer ejercicio práctico. Como un entregable de esta primera fase, se recomienda que los estudiantes expresen en lenguaje escrito lo que visualizaron de forma práctica. Es recomendable que el docente realice un acompañamiento mucho más marcado a los estudiantes, de tal forma que mediante preguntas orientadoras y con ayuda de la contextualización, les guíe para que ellos deduzcan los distintos fenómenos vistos en laboratorio.

Metodología empleada en el curso de Conversión Electromagnética:

Fase uno

- a. Contextualización:** Se definen los conocimientos previos (funcionamiento del transformador). Se introduce el concepto del motor como máquina eléctrica y como éste hace parte de una cadena de transformaciones electromagnéticas. Para ello, se esboza a grandes rasgos las distintas partes de un Sistema Eléctrico de Potencia.
- b. Práctica:** Se realiza una práctica de laboratorio a través de SIMULINK de MATLAB (esto, ya que se presentaron limitantes en laboratorios reales por temas relacionados con el COVID-19).
- c. Elaboración escrita:** Se pide un ensayo a los estudiantes, dónde argumenten de forma escrita, lo visualizado en la práctica y que se apoya en la contextualización dada por el docente.

Fase dos:

- a. Elaboración de modelos circuitales:** A través de gráficos, los estudiantes (con la guía del docente) elaboran los modelos circuitales que responden a la elaboración escrita de la fase uno.
- b. Elaboración de modelos matemáticos:** Con base en los modelos circuitales y el escrito, se realizan formulaciones matemáticas para explicar lo descubierto en la práctica.

Fase tres:

En esta fase, se estudia el arranque de motores y el control de giro. De esta forma, se busca que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en la Fase II y los utilicen en aplicaciones propias del entorno industrial.

Teoría: Elaborar modelos matemáticos que sustenten lo evidenciado en la práctica. También se construyen modelos circuitales.

Metodología empleada en el curso de Electrónica I:

Fase uno

- a. **Contextualización:** Se definen los conocimientos previos (Modos de operación del Transistor). Se habla sobre la utilidad del transistor en cada modo de operación y se introducen relaciones de corrientes en modo activo (en DC). Todo se realiza con base en la configuración Emisor Común.
- b. **Práctica:** Se realiza una práctica de laboratorio a través de MULTISIM (esto, ya que se presentaron limitantes en laboratorios reales por temas relacionados con el COVID-19). En esta, los estudiantes visualizan que la polarización del transistor y su configuración inciden en la amplificación de pequeña señal. Es importante aclarar que el comportamiento del transistor en región activa para pequeña señal (en AC) se observa por primera vez en esta parte.
- c. **Elaboración escrita:** Se pide un ensayo escrito a los estudiantes, dónde argumenten de forma escrita, El funcionamiento del transistor (con esto, se busca que las relaciones de corriente en modo activo sean interiorizadas, al igual que el análisis en DC).

Fase dos:

- a. **Elaboración de modelos circuitales:** A través de gráficos, los estudiantes (con la guía del docente) elaboran los modelos circuitales que responden al ensayo escrito de la fase uno. El docente presenta el modelo
- b. **Elaboración de modelos matemáticos:** Con base en los modelos circuitales y el escrito, se realizan formulaciones matemáticas para explicar lo descubierto en la práctica. Aquí, se realiza toda la deducción de ganancias e impedancias.

Fase tres

En esta fase se analiza otra configuración: Colector Común. Los estudiantes visualizan el comportamiento en pequeña señal a través de MULTISIM y relacionan parámetros de ganancia e impedancias. Se realizan las deducciones de las expresiones matemáticas y se explica la utilidad de esta configuración como amplificador de potencia (por su baja impedancia de salida).

4. Percepción de los estudiantes respecto a nuevos paradigmas de enseñanza

Para evaluar la percepción de los estudiantes, se aplicó un cuestionario cuya validación se realizó mediante dos instancias: pares académicos (dos) y expertos (uno). El objetivo principal del cuestionario es verificar la percepción que tienen los estudiantes ante metodologías distintas a las convencionales en cursos teórico - prácticos de ingeniería (entendiendo por convencional, aquellos que empiezan con la teoría y finalizan con la práctica). De esta forma, se muestra el resultado de las preguntas uno y dos del instrumento en la tabla 1:

Pregunta	Opción	Estudiantes que la escogieron	Porcentaje
Respecto al trabajo en asignaturas teórico prácticas de ingeniería, usted prefiere:	Revisar primero la teoría y luego corroborarla en la práctica	9	60%
	Empezar con una práctica que permita observar el funcionamiento de los dispositivos. Luego, estudiar la teoría que sustenta los resultados obtenidos en esa primera práctica y, finalmente, volver a una práctica que me permita validar los conocimientos adquiridos en la fase teórica.	5	33%
	Empezar con una práctica que permita observar el funcionamiento de los dispositivos. Luego, estudiar la teoría que sustenta los resultados obtenidos en esa primera práctica sin necesidad de realizar una práctica adicional	1	7%
Respecto al manejo de sus emociones cuando está cursando materias teórico prácticas, usted percibe:	Que me da pereza trabajar con dispositivos cuyo funcionamiento me explicaron primero de forma teórica, pues muchas veces es abstracto y difícil de entender. Por ello, muchas veces tomo actitudes reacias hacia la tecnología que me intentan enseñar.	3	20%
	Que prefiero entender primero de forma teórica el funcionamiento de los dispositivos, antes que verlos funcionar sin saber la razón de su funcionamiento. Al trabajar de esta forma, me es fácil manejar la frustración cuando los montajes no funcionan.	12	80%

Tabla 1. Respuestas dadas por los estudiantes en las dos preguntas relacionadas con el presente artículo.

En la tabla 1 se percibe una tendencia bastante particular de los estudiantes. Como es de notar, el 60% de ellos prefiere que su formación se dé en el formato tradicional (Teoría – Práctica). Sin embargo, un tercio de ellos también preferiría una metodología similar a la utilizada para las temáticas expuestas en el presente artículo.

Ahora, también es importante aclarar que parte de los estudiantes (cerca del 20%) percibe que un desarrollo teórico inicial, podría dificultar la concepción del funcionamiento de los dispositivos, si no hay un apoyo práctico que sustente los modelos matemáticos.

También se considera pertinente aclarar que dentro del cuestionario había una pregunta abierta, donde los estudiantes manifestaban su percepción respecto a la metodología utilizada por el docente en el curso en cuestión (Electrónica I o Conversión Electromagnética) y la temática correspondiente.

En dicha pregunta, el 94% de los estudiantes manifestaron que la forma mediante la cual se explicaron las temáticas correspondientes en cada curso (Transistor como amplificador y Motor de inducción) fue clara y facilitó enormemente el aprendizaje. Sin embargo, los estudiantes en su mayoría también lo percibieron como un ejercicio dónde se realizaba primeramente la parte teórica y con base en ella la práctica (lo cual no concuerda con el ejercicio real, ya que la metodología utilizada fue la propuesta en el presente artículo). Por ello, se considera pertinente reforzar los procesos de reflexión centrados en su proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes.

5. Conclusiones

Se utilizó la Alfabetización Científico y Tecnológica como estrategia para enseñanza en dos temáticas específicas correspondientes a espacios académicos de la formación en Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás, mediante una variación del modelo didáctico de Mallart. En ambos cursos, los resultados fueron similares (percepción de los estudiantes respecto a su proceso de aprendizaje). Esto manifiesta la posibilidad de éxito que tiene la metodología en diversidad de escenarios, considerando que los estudiantes que participaron en el presente estudio fueron de diferentes cursos, edades y semestres.

Se implementó en cada temática una práctica de laboratorio, posterior a una contextualización teórica, donde se garantizó el funcionamiento de los dispositivos utilizados, esto con el propósito de que el estudiante genere un vínculo afectivo positivo con los mismos. Además, esta primera práctica se estructuró de tal forma que la concepción y objetivos de la Alfabetización Científico y Tecnológica faciliten el aprendizaje de las nuevas temáticas para el estudiante. De esta forma, la metodología propuesta e implementada en los respectivos cursos, potenció la habilidad de modelación y comprensión de fenómenos físicos por parte de los estudiantes. Para lograr esto, es de vital importancia que el estudiante exprese en lenguaje escrito y gráfico los conceptos objeto de estudio.

El proceso se completa con una nueva práctica al laboratorio, la cual permite a los estudiantes comprender de forma profunda los conceptos teóricos apropiados y aprovechar al máximo la sesión de práctica para complementar y validar sus aprendizajes. Se recomienda que esta última parte del modelo sea pensada de tal forma que lleve al estudiante a pensar y entender las implicaciones prácticas que tienen las temáticas estudiadas en el ámbito profesional y real.

El instrumento muestra que los estudiantes se sienten cómodos con las metodologías convencionales de enseñanza en ingeniería (sobre todo en semestres avanzados). Sin embargo, también evalúan de muy buena forma metodologías como la expuesta en el presente artículo (sin importar el semestre), aunque les es difícil tener conciencia sobre las nuevas formas de trabajo que utiliza el docente. Por esto, es fundamental incentivar el continuo ejercicio reflexivo en los estudiantes respecto a su proceso formativo.

6. Bibliografía

- Antonio Acevedo Díaz, J., Vázquez Alonso, Á., & Antonia Manassero Mas, M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 2(2), 80–111. Retrieved from http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf
- Antonio, J., & Díaz, A. (2004). *REFLEXIONES SOBRE LAS FINALIDADES DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: EDUCACIÓN CIENTÍFICA PARA LA CIUDADANÍA* (Vol. 1). Retrieved from [https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/16530/Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias.pdf](https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/16530/Reflexiones_sobre_las_finalidades_de_la_enseñanza_de_las_ciencias.pdf)
- Fourez, G. (1997). ¿Alfabetización científica o tecnológica? Acerca de las finalidades de

- la enseñanza de las ciencias. In *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias* (p. 260). Retrieved from http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_t4hCUOYG7gC&oi=fnd&pg=PA3&dq=alfabetizacion+tecnologica&ots=0iVRjHoMAC&sig=IO1WTSTvHrDW-xBMvljwEYkbozE
- Holton, G. (1986). *The advancement of science and its burdens*. Cambridge University Press.
 - Mallart, Juan. Sepúlveda, F., Rajadell, N. (C. (2001). *Didáctica: Concepto, Objeto y Finalidades*. *Didáctica General Para Psicopedagogos.*, 23–57.
 - Morgan, K. (1993). Teacher and leadership education for scientific and technological literacy. Foro Proyecto 2000+. UNESCO ED-93. Conf. 016. In *Teacher and leadership education for scientific and technological literacy. Foro Proyecto 2000+. UNESCO ED-93. Conf. 016* (p. Conf. 016. Ref. 1.4).
 - Paternina, J. L. (2019). *RECURSO DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICA DIRIGIDO A DOCENTES EN CIENCIAS EXPERIMENTALES PARA EL USO DE TRANSDUCTORES DIGITALES EN SU PRÁCTICA PROFESIONAL*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Retrieved from <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/22875/1/PaterninaDuránJoséLuis2019.pdf>
 - Unesco. (2016). United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization Ethics of Science and Technology. *Unesco*. Retrieved from <http://www.unesco.org/new/en/education/themes/strengthening-education-systems/science-and-technology/%0Ahttp://www.unesco.org/ethics>
 - Castañeda-Vargas Diana, Forero-Garcia, E. (2017) Educación energética: Propuesta transversal en el currículum de ingeniería electrónica. Memorias del encuentro internacional de educación en ingeniería ACOFI 2017: Las facultades de ingeniería y su compromiso con la sociedad (pp. 1-10). Cartagena-Colombia: ACOFI.

Sobre los autores

- **José Luis Paternina:** Ingeniero Eléctrico, Magíster en Educación, Estudiante Doctorado Ingeniería Eléctrica. Profesor Facultad Ingeniería Electrónica - Universidad Santo Tomás. jose.paternina@usantotomas.edu.co
- **Edwin Francisco Forero:** Ingeniero Electricista, Magíster en Ingeniería, Área Ingeniería Electrónica. Doctor en Educación (C.) Profesor Facultad Ingeniería Electrónica – Universidad Santo Tomás. edwinforero@usantomas.edu.co
- **José de Jesús Paternina:** Ingeniero Electrónico, Magíster en Teleinformática. Profesor Titular Facultad Ingeniería – Ingeniería electrónica Universidad Distrital Francisco José de Caldas. jjpaternina@udistrital.edu.co
- **Carlos Enrique Montenegro:** Ingeniero Electrónico, Magíster en Calidad y Gestión Integral. Decano Facultad Ingeniería Electrónica – Universidad Santo Tomás.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la
Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)