

# Comprensión del Texto Técnico en Electrónica y Programación: Evaluación de Estrategia Pedagógica en el Nivel Técnico Secundario<sup>1</sup>

## Understanding Technical Text in Electronics and Programming: Evaluation of Pedagogical Strategy at the Secondary Technical Level

V. S. D'Angelo

Recibido: marzo 10 de 2025 – Aceptado: junio 26 de 2026.

**Resumen**—Los estudiantes de electrónica suelen enfrentar dificultades para comprender textos técnicos fragmentados y dispersos en múltiples fuentes. Este artículo evalúa una guía de estudio basada en principios de diseño instruccional para enseñar programación en electrónica de circuitos con Arduino, estructurada en tres pilares: integración de contenido, claridad conceptual y una secuencia narrativa que imita una clase presencial. Mediante un estudio cualitativo exploratorio, se evaluó durante cuatro meses, en un instituto técnico secundario, la percepción de 120 estudiantes mediante el modelo TAM. Los resultados muestran una percepción favorable: la Utilidad Percibida superó el 80% de acuerdo en todos los ítems, y la Facilidad de Uso Percibida, aunque positiva, mostró mayor dispersión en ítems de integración multimedia. Estos hallazgos aportan evidencia sobre el diseño de materiales técnicos narrativizados, una estrategia poco explorada en la literatura, y respaldan la integración, claridad y secuencia narrativa como criterios de diseño instruccional para electrónica y programación.

**Palabras clave**—Arduino, diseño instruccional, teoría de la carga cognitiva, modelo TAM, comprensión de textos técnicos, electrónica de circuitos, introducción a la programación.

**Abstract**—Electronics students often struggle to comprehend technical texts that are fragmented and scattered across multiple sources. This article evaluates a study guide based on

instructional design principles for teaching electronic circuit programming with Arduino, structured around three pillars: centralized content, conceptual clarity, and a narrative sequence that mimics a face-to-face class. Using a qualitative, exploratory study, the perceptions of 120 students at a secondary technical school were assessed over 4 months using the TAM model. Results show a favorable perception: Perceived Usefulness exceeded 80% agreement across all items, while Perceived Ease of Use, although positive, showed greater variability on items related to multimedia integration. These findings provide evidence on the design of integrated, narrativized technical materials, an approach scarcely explored in the literature, and support integration, clarity, and narrative sequencing as instructional design criteria for teaching electronics and programming.

**Keywords**—Arduino, instructional design, cognitive load theory, Technology Acceptance Model (TAM), technical text comprehension, electronic circuits, introduction to programming.

### I. INTRODUCCIÓN

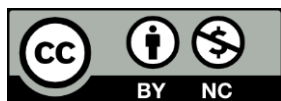
LA enseñanza de la electrónica y la programación en el nivel técnico secundario enfrenta una tensión persistente: los materiales disponibles —ya sean manuales tradicionales o recursos en línea— rara vez están diseñados para acompañar a estudiantes que aprenden simultáneamente ambos dominios. La literatura reciente confirma que este problema sigue vigente. Por un lado, las revisiones sistemáticas sobre el uso de Arduino en la educación secundaria muestran que la plataforma se emplea sobre todo para el desarrollo de proyectos puntuales de pensamiento computacional, sin que se profundice de forma sistemática en los conceptos electrónicos subyacentes [42]. Por otro lado, los estudios más recientes sobre comprensión de textos digitales continúan señalando que la fragmentación y la falta de un hilo narrativo perjudican la construcción de modelos mentales coherentes, incluso al comparar distintos soportes de lectura [41]. A esto se suma que la teoría de la carga cognitiva, en sus formulaciones más recientes, sigue subrayando la necesidad de que el diseño instruccional dirija los recursos cognitivos del estudiante hacia los elementos esenciales del aprendizaje, evitando la

<sup>1</sup>Producto derivado del proyecto de investigación “Accesibilidad del texto y materiales de enseñanza de la programación en electrónica de circuitos”, en el contexto de la asignatura Electrónica, 4to año de la carrera Técnico en Electrónica, Escuela San Pablo, Santa Fe, Argentina.

V. S. D'Angelo, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Rosario, Argentina, email: [dangelo@irice-conicet.gov.ar](mailto:dangelo@irice-conicet.gov.ar).

**Como citar este artículo:** D'Angelo, V. S. Comprensión del Texto Técnico en Electrónica y Programación. Evaluación de Estrategia Pedagógica en el Nivel Técnico Secundario, Entre Ciencia e Ingeniería, vol. 20, no. 39, pp. 50-57, enero-junio 2026.

DOI: <https://doi.org/10.31908/19098367.3206>



sobrecarga que generan las fuentes de información dispersas [40]. En esta misma revista se han documentado previamente estrategias estructuradas para facilitar el aprendizaje de conceptos de programación, como una propuesta reciente para la enseñanza del concepto de función en el paradigma de programación funcional, evaluada mediante grupos experimentales [44]; en esta línea, el presente artículo explora una estrategia análoga, aplicada específicamente a la enseñanza de la programación en electrónica de circuitos.

En este contexto, el presente artículo describe y evalúa una estrategia pedagógica basada en una guía de estudio integrada para la enseñanza de la programación en electrónica de circuitos con Arduino, diseñada a partir de principios cognitivos del diseño instruccional. A continuación, se analizan las particularidades cognitivas de la comprensión de textos de electrónica, la investigación sobre comprensión de textos digitales y la teoría de la carga cognitiva, como marco que fundamenta el diseño de la guía; luego se presentan los objetivos, el método y los resultados de la evaluación de la percepción estudiantil mediante el modelo TAM; finalmente, se discuten los hallazgos y se exponen las conclusiones del estudio. Esta organización permite vincular explícitamente el diagnóstico del problema con el diseño de la intervención y su posterior evaluación empírica.

## II. LA COMPRESIÓN DEL TEXTO EN ELECTRÓNICA DE CIRCUITOS

Para leer y comprender un texto de electrónica de circuitos se requiere un esfuerzo cognitivo distinto al de la lectura de un texto tradicional. La electrónica de circuitos integra elementos visuales, espaciales y conceptuales. En este aprendizaje, hay tres procesos principales que debe realizar el estudiante: (a) debe reconocer visualmente los componentes, (b) debe comprender la función de cada componente y (c) debe interpretar el funcionamiento dentro de un circuito específico. A continuación, se describe con más detalle cada uno de estos procesos.

En primer lugar, (a) los componentes electrónicos, como resistencias, capacitores, diodos o transistores, poseen formas y símbolos específicos que se representan con imágenes o diagramas. El estudiante debe lograr relacionar la representación visual con su nomenclatura, marcas, códigos o valores; por ejemplo, una resistencia de  $10\text{ k}\Omega$  posee un código de colores característico. Este proceso exige asociar imágenes físicas o esquemáticas con símbolos que describen sus características técnicas. En segundo lugar, (b) cada componente desempeña una función particular: una resistencia limita la corriente, un capacitor almacena carga, y un transistor puede actuar como interruptor o amplificador. Pero reconocer el componente no es suficiente; el estudiante debe comprender su función en las posibles futuras interacciones con otros elementos dentro de un circuito. Esto significa que el estudiante debe comprender conceptualmente las posibles funcionalidades de ese componente. En tercer lugar, (c) el estudiante tiene que interpretar circuitos electrónicos representados en diagramas de componentes que están

conectados por medio de líneas. Estas líneas simbolizan conexiones eléctricas. Todo este análisis demanda habilidades espaciales para poder visualizar el flujo de corriente o las señales dentro del circuito y lograr hacer una integración del conocimiento que el estudiante ya tiene sobre el comportamiento de cada componente. Además de las características ya mencionadas, la complejidad del aprendizaje de la electrónica es elevada por la gran diversidad de componentes involucrados. Cada uno de esos componentes posee sus propias especificaciones técnicas. A esto se suma el desafío de la rápida obsolescencia de estos elementos, impulsada por la evolución tecnológica constante. Todo esto exige a los estudiantes y docentes actualizarse continuamente para poder mantenerse al día con las nuevas herramientas y dispositivos disponibles. Por esta razón, los técnicos y los docentes tienen que renovar periódicamente sus contenidos curriculares y es habitual que realicen búsquedas de información en Internet, como hojas de datos (datasheets) para consultar las características específicas de un componente.

Desafortunadamente, la información que encuentran disponible en línea suele estar estructurada de manera modular y fragmentada. En general, esta organización cumple con objetivos funcionales de usabilidad [1] en el diseño web. La información en los manuales y sitios educativos se presenta en pequeños bloques que permiten una consulta rápida, para que los usuarios puedan encontrar respuestas específicas a problemas concretos sin tener que recorrer materiales completos. También es común que haya gran flexibilidad para que los lectores puedan seleccionar los fragmentos que consideran relevantes, y no estén obligados a seguir un flujo narrativo o lógico secuencial. Aunque esta disposición facilita el acceso rápido y específico a la información, por otro lado, también genera limitaciones para el aprendizaje y la comprensión.

Los recursos en línea específicos sobre Arduino y electrónica suelen ofrecer tutoriales orientados a tareas específicas. Si bien estos materiales permiten a los usuarios completar proyectos concretos (como encender un LED o leer datos de un sensor), tienen desventajas. Por un lado, la falta de conexión conceptual: los tutoriales no suelen establecer vínculos claros entre los conceptos fundamentales, dejando a los estudiantes sin una comprensión holística de los sistemas electrónicos. Por otro lado, están orientados a habilidades prácticas: se da más importancia a realizar tareas que a desarrollar conceptos. Esto limita las posibilidades de transferir el aprendizaje a otras situaciones en nuevos contextos.

Además de su diseño funcional, muchos sitios web que se anuncian como educativos contienen publicidad u otros elementos distractores. Estos estímulos externos no solo interrumpen el flujo del aprendizaje, sino que también aumentan la carga cognitiva extrínseca [2] porque desvían la atención del estudiante hacia información irrelevante.

Aunque los materiales en línea sobre electrónica ofrecen la ventaja de una actualización continua para mantenerse al día con los avances tecnológicos, su estructura fragmentada y modular no es adecuada para la enseñanza general del tema.

Los docentes y diseñadores de materiales educativos deberían buscar alternativas que mantengan un hilo conductor narrativo secuencial y lógico, que asegure la integración de conceptos y minimice las distracciones externas.

Por otra parte, las iniciativas que fomentan el uso de internet en el aula han influido en la práctica docente, alentando a los profesores a delegar en los estudiantes la búsqueda de información en línea, suponiendo que esto aumenta la motivación del alumnado, ya que muchos estudiantes disfrutan explorando y encontrando información en internet. Sin embargo, esto dificulta la evaluación crítica y la integración de contenidos. A la complejidad del texto de electrónica se suman otra serie de dificultades propias de la comprensión del texto digital.

### III. INVESTIGACIONES SOBRE COMPRESIÓN DE TEXTOS DIGITALES

Los tipos de texto se han clasificado tradicionalmente en narrativos, expositivos y descriptivos [3], y numerosas investigaciones han explorado la relación entre estos tipos y los procesos cognitivos asociados a su comprensión [4], [5], [6]. Se ha demostrado que los textos narrativos son más fáciles de procesar en comparación con los expositivos. Esta accesibilidad se debe a que la estructura narrativa facilita la construcción de modelos mentales coherentes e interconectados, ya que los lectores pueden apoyarse en una secuencia lógica y causal bien definida. En cambio, los textos expositivos suelen demandar un mayor esfuerzo cognitivo debido a su diversidad estructural y a la menor claridad en las relaciones causales, lo que dificulta la integración de la información [7].

La comprensión de textos digitales, no se limita a los procesos lectores tradicionales, ya que incluye habilidades específicas para navegar, integrar y evaluar información en formatos diversos. Estos procesos requieren la localización e identificación de enlaces en páginas o aplicaciones, así como la integración de la información obtenida en un modelo mental coherente [8], [9]. Además, es necesario evaluar la calidad y utilidad de la información en cada paso [10], [11].

Si bien los lectores más hábiles saben administrar su tiempo eligiendo páginas con contenidos relevantes y evitando la información irrelevante [12], [13], investigaciones como las de [14], basadas en datos de PISA 2009, y [13] demuestran que la eficiencia en la navegación no sólo puede explicarse por la experiencia en internet, sino también por las habilidades tradicionales de lectura, memoria de trabajo y conocimiento previo [15]. Además, el diseño de la interfaz es muy importante: interfaces bien organizadas mejoran la navegación y la comprensión, mientras que otras más caóticas o irregulares dificultan la construcción de modelos mentales [16], [17]. Por ejemplo, en un menú jerárquico, el usuario accede a la información seleccionando un ítem que lo redirige a una nueva sección, pero para explorar otro ítem del mismo nivel debe regresar al menú principal o al nivel superior. En contraste, una estructura en red permite una navegación directa entre distintos nodos sin necesidad de regresar al punto

de inicio. Si bien esto ofrece mayor dinamismo y velocidad, cuando los usuarios no pueden retornar al menú general, se dificulta la integración de todo el conocimiento.

Por otra parte, para los estudiantes con bajo conocimiento previo, la organización de la información en forma jerárquica es más eficiente que un modelo en red que conduce a los usuarios a la sensación de estar “perdidos en el hiperespacio” [18]. Esta desorientación, no sólo sería un problema psicológico de integración de la información de diferentes páginas, sino también un problema de ingeniería: los diseñadores deben lograr gestionar la complejidad de los procesos para producir interfaces adecuadas [19]. Mientras la ingeniería del software no garantice buenos diseños desde el punto de vista del aprendizaje, seguirá recayendo en los usuarios la responsabilidad de utilizar estrategias metacognitivas para autorregular su navegación y superar las dificultades asociadas a entornos complejos. En este contexto, resulta fundamental que los docentes intervengan activamente, fomentando el desarrollo de habilidades de navegación eficiente.

Esta línea de investigación se ha mantenido activa: una revisión narrativa y metaanálisis reciente sobre la comprensión lectora en dispositivos digitales confirma que el denominado «efecto de inferioridad de la pantalla» persiste, aunque de forma moderada y heterogénea según el tipo de texto y el propósito de la lectura, lo cual refuerza la pertinencia de diseñar materiales —impresos o digitales— que minimicen la fragmentación de la información [41].

### IV. CARGA COGNITIVA DEL TEXTO TÉCNICO

A medida que aumenta la cantidad de información que se debe procesar, ya sea por acceso a múltiples fuentes o porque el formato multimedia estimula diversos canales perceptivos, también se incrementa la carga cognitiva asociada. La teoría de la carga cognitiva sugiere que un material didáctico eficaz logra dirigir los recursos cognitivos hacia actividades que son relevantes en lugar de procesos que son complementarios o distractores [20], [21].

Un diseño instruccional efectivo se caracteriza por su capacidad para facilitar la adquisición de esquemas, entendidos como estructuras cognitivas que, una vez almacenadas con éxito en la memoria a largo plazo, pueden ser recuperadas y aplicadas posteriormente. No obstante, la adquisición de estos esquemas depende de la capacidad atencional, y ésta, de la memoria de trabajo disponible. A mayor ocupación de memoria con información irrelevante, menor disponibilidad atencional.

La teoría de la carga cognitiva, propuesta por Sweller [20], advierte que un material didáctico eficiente orienta los recursos cognitivos hacia actividades que resultan esenciales para la construcción de esquemas. Entre estas actividades se destacan el análisis de ejemplos resueltos y la integración de múltiples fuentes de información dentro de una presentación visual unificada. El aprendizaje orientado a la resolución de problemas se optimiza mediante el uso intensivo de ejemplos resueltos, en contraste con los enfoques tradicionales de

resolución de problemas. Estudios como los de Sweller y Cooper [22], [23] han demostrado que la presentación de ejemplos resueltos permite a los estudiantes enfocar sus recursos cognitivos en el reconocimiento y la memorización de las estructuras de los problemas, así como en la aplicación de las reglas asociadas. En cambio, la resolución de problemas convencional exige que los estudiantes realicen estrategias de exploración del espacio del problema, con el fin de "descubrir" tanto la estructura del problema como las reglas aplicables. Este enfoque impone una carga cognitiva más elevada, lo que reduce significativamente los recursos disponibles para el aprendizaje efectivo [20], [24], [25].

Adicionalmente, se ha observado que una única fuente de texto integrado facilita un aprendizaje más efectivo que múltiples fuentes de texto que transmiten información equivalente [26]. Esto resalta la importancia de simplificar y estructurar el material didáctico de manera que minimice la sobrecarga cognitiva innecesaria.

Por otro lado, los diseñadores de materiales educativos deberían eliminar información no esencial, como curiosidades o recomendaciones superfluas. La atención y el procesamiento de datos irrelevantes disminuyen los recursos cognitivos disponibles para la información clave.

Esta perspectiva continúa vigente: una revisión reciente de la teoría señala que, más de tres décadas después de su formulación original, sus principios siguen mostrando validez empírica para el diseño de materiales en dominios técnicos, aunque también han evolucionado para incorporar nuevas variables, como la interactividad entre elementos, y para integrarse con otras teorías del aprendizaje [40].

## V. OBJETIVOS

¿Cuál es la mejor estrategia pedagógica para ayudar al estudiante a comprender un texto de electrónica de circuitos?

Resumiendo, los problemas descritos en párrafos anteriores, debería ofrecerse al estudiante un texto que no esté innecesariamente fragmentado, que deje en segundo lugar la facilidad de cliqueo (usabilidad) y priorice la comprensión conceptual general. Un texto que mantenga un hilo conductor al tiempo que plantea preguntas y ejercicios y los asocia con los conceptos fundamentales. El material debería ser fácilmente comprensible, ofrecer explicaciones similares a las de un profesor o tutor presencial, y, especialmente, ofrecer las imágenes y códigos de los elementos básicos para evitar que los estudiantes deban hacer este rastreo por la web donde hallarán múltiples alternativas, pero dicha búsqueda no aportará nada a la conceptualización.

## VI. MÉTODO

Siguiendo una metodología cualitativa exploratoria y descriptiva [27], [28], [29] se evaluó la percepción de un material de estudio de electrónica por parte de estudiantes de un instituto técnico secundario. Los materiales

### A. Participantes.

Un total de 120 estudiantes de quinto año de la especialidad electrónica, provenientes de un instituto secundario técnico de la zona central de Argentina, participaron en el estudio. Los estudiantes cursaban una asignatura anual introductoria a la electrónica y programación, utilizando placas Arduino como herramienta principal. Durante seis meses, se apoyaron en un material de estudio que fue diseñado como complemento de las clases presenciales.

### B. Materiales.

La segunda versión del cuadernillo (la primera versión, con diferencias menores, puede verse en Internet [30], disponible en <https://www.teseopress.com/conceptosarduino/>), fue desarrollado a partir de apuntes previos utilizados en la asignatura durante los tres años anteriores incluyendo textos, imágenes y ejercicios que estaban inicialmente dispersos y el profesor los iba entregando por partes a medida que se trataba cada unidad temática. Estos recursos fueron adaptados, reorganizados y ampliados en un libro que integró los contenidos de manera lógica y narrada en lenguaje coloquial (como si fuera una explicación oral del profesor a sus estudiantes en clase). El material fue diseñado por el profesor titular de la asignatura y el autor de esta investigación, aplicando principios clave de diseño instruccional [26], [31] [32], [33], [34], [35], [36], [37].

Es importante aclarar que esta guía no es un manual introductorio a la electrónica tradicional que enseña a identificar y leer componentes básicos como resistencias o capacitores. Se trata de un recurso orientado a la enseñanza de conceptos de programación, diseñado específicamente para estudiantes que están aprendiendo simultáneamente los fundamentos de la programación y la electrónica.

Muchos estudiantes que se inician en la electrónica con Arduino se sienten motivados por la posibilidad de construir proyectos complejos como robots, para los cuales pueden descargar códigos listos desde Internet y hacerlos funcionar rápidamente. Si bien esta experiencia puede resultar entretenida y generar entusiasmo al ver los dispositivos en acción, suele ser insuficiente porque no ofrece oportunidades de captar de manera profunda los conceptos fundamentales que subyacen a esos proyectos. El resultado es una comprensión superficial.

En contraste, la guía "Conceptos computacionales con Arduino" ofrece una guía para un aprendizaje progresivo y conceptual. En lugar de avanzar directamente hacia proyectos complejos, el manual invita a los estudiantes, especialmente a los principiantes, a valorar, en primer lugar, los procedimientos básicos, como el encendido y el apagado de luces LED, y explotar todas las posibilidades que surgen a partir de esas manipulaciones básicas. Estos ejercicios simples permiten a los alumnos visualizar conceptos muy importantes, como las estructuras de control (secuencia, bifurcación, iteración) y el uso de variables, estableciendo una base sólida antes de emprender futuros proyectos más complejos.

Tal como se explica en el prólogo de la guía, el objetivo no es solo lograr que el dispositivo funcione, sino comprender a

fondo cada paso del proceso. Esto requiere que tanto los estudiantes como los docentes valoren el “camino” del aprendizaje por encima de la inmediatez del resultado. Al enfocarse en la lógica y la estructura del código, el manual busca fomentar una actitud reflexiva frente a la programación, alejándose de las lógicas de la inmediatez predominantes en nuestra cultura contemporánea.

Mediante estas valoraciones se intenta promover una comprensión más sólida y duradera, y preparar a los estudiantes para afrontar desafíos más complejos, donde se necesita del pensamiento crítico y la creatividad.

Los principios clave de diseño instruccional fueron (a) integración, (b) claridad y (c) secuencia narrativa. A continuación, se describen en más detalle: (a) La integración del material implicaba evitar, dentro de lo posible, la dependencia de fuentes externas. El diseño minimiza la necesidad de búsquedas en Internet, ofreciendo un recurso integral que compila todos los conceptos incluidos en la asignatura. Esto incluyó explicaciones teóricas, ejemplos resueltos, diagramas y ejercicios prácticos con cierto nivel de retroalimentación. De este modo, el libro funcionaría como un organizador.

La presentación del texto y las imágenes en la guía se diseñó siguiendo el principio de atención dividida [31], [38], [39]. Este principio sostiene que la comprensión es más efectiva cuando el texto se encuentra integrado y cercano al elemento visual al que hace referencia, en lugar de estar separado y conectado mediante referencias externas. Por ejemplo, en la Fig. 1, se puede apreciar esta diferencia: en la imagen de la izquierda, utilizada en la guía, el texto está ubicado junto a cada elemento visual correspondiente, lo que facilita una integración cognitiva más fluida. En cambio, la imagen de la derecha representa un diseño tradicional donde los elementos visuales llevan números de referencia y el texto explicativo se encuentra apartado, lo que exige un mayor esfuerzo de procesamiento al lector para asociar ambas partes.

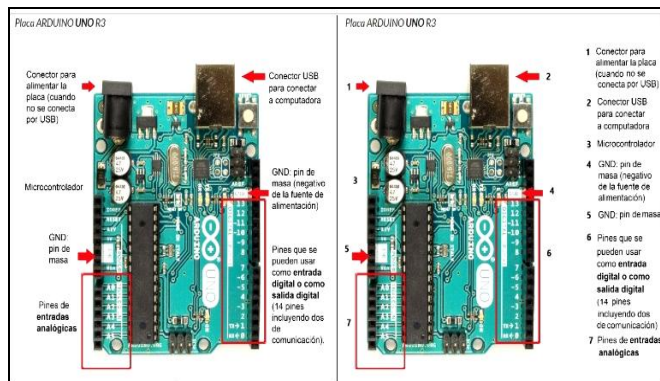


Fig. 1. Comparación entre el diseño integrado (izquierda) y el diseño tradicional de referencias (derecha).

(b) La claridad en la presentación de conceptos se logró utilizando un lenguaje sencillo y similar al empleado en las clases presenciales (Fig. 2), con apoyo de un glosario de términos técnicos para facilitar la comprensión.

Se incluyeron explicaciones detalladas de conceptos complejos y representaciones visuales claras, como diagramas y esquemas de circuitos (Fig. 3).

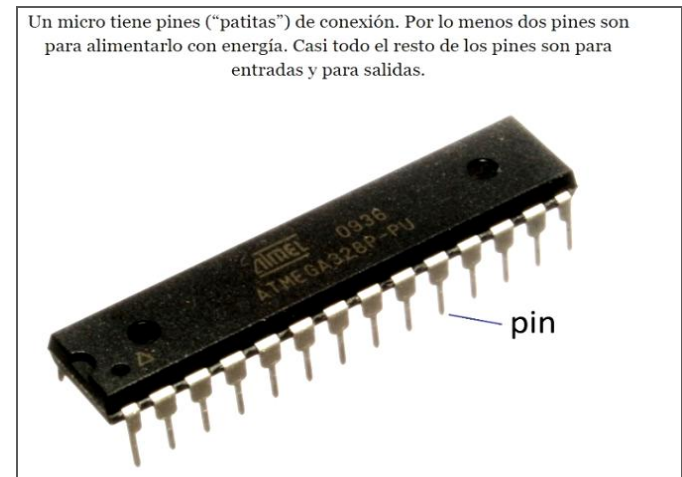


Fig. 2. Texto explicativo en tono coloquial. Fuente: [30]

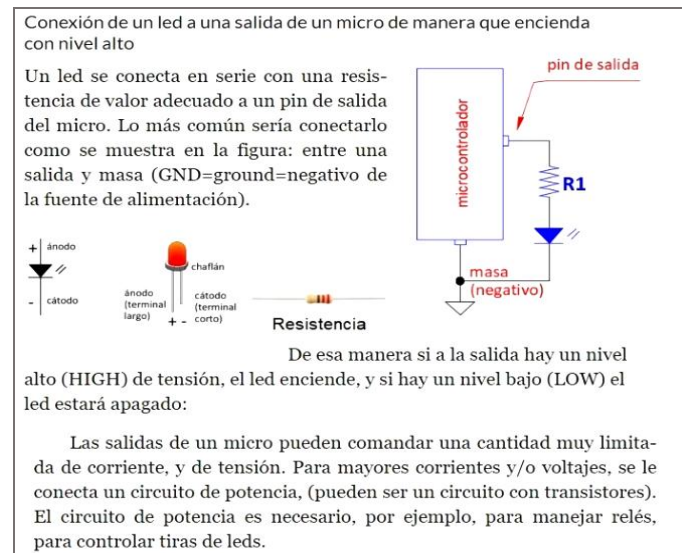


Fig. 3. Texto explicativo en esquemas de circuitos [30].

(c) Si bien el texto es expositivo y procesual (describe un funcionamiento), se buscó imitar una narrativa (explicar como si se contara una historia) para mejorar su fluidez. En ocasiones, el microcontrolador es tratado intencionalmente como un "personaje" antropomórfico (por ejemplo, "el microcontrolador 'se entera' de la activación de un interruptor"). Se desarrolla un hilo conductor que facilita la progresión lógica y el aprendizaje acumulativo, sin descuidar la fluidez narrativa. Esto permite establecer una conexión intuitiva entre los conceptos básicos y sus aplicaciones prácticas, guiando al lector de forma clara y coherente a lo largo del contenido.

### C. Procedimiento.

Durante los primeros cuatro meses de una asignatura introductoria a la electrónica y la programación, los estudiantes fueron alentados a utilizar la guía de estudio en paralelo con las clases teóricas y de taller. El material de

estudio, que contenía actualizaciones respecto de la guía publicada en Internet, fue enviado por mail a todos los estudiantes en un archivo pdf, y se imprimieron dos copias que quedaron en la biblioteca del taller para consultas.

Al finalizar el primer cuatrimestre de cursada, los estudiantes fueron invitados a completar de forma voluntaria el cuestionario TAM (ver Tabla I) a través de Google Forms fuera del horario de clases. No hubo limitaciones de tiempo ni control por parte del profesor. Sólo se registró de manera automática la fecha y hora, no se registraron los mails ni datos personales de los estudiantes. Se analizaron las respuestas en una planilla Excel con el apoyo del software estadístico SPSS.

El modelo TAM (Technology Acceptance Model), propuesto originalmente por Davis [28] a partir de la Teoría de la Acción Razonada de Fishbein y Ajzen, postula que la aceptación de una tecnología por parte de los usuarios está determinada principalmente por dos creencias: la Utilidad Percibida (PU), es decir, el grado en que una persona considera que el uso de un sistema mejorará su desempeño, y la Facilidad de Uso Percibida (FUP), es decir, el grado en que una persona considera que dicho uso estará libre de esfuerzo. Según el modelo original, la facilidad de uso percibida influye además sobre la utilidad percibida, y ambas variables determinan la actitud hacia el uso del sistema y, en consecuencia, la intención de uso y el uso efectivo. Posteriormente, el modelo fue extendido para incorporar otras variables, como normas sociales e influencias organizacionales [29]. Por su amplia validación empírica en contextos educativos y tecnológicos, el modelo TAM resulta

apropiado para evaluar la percepción de los estudiantes respecto de materiales didácticos como el cuadernillo analizado en este estudio.

La base del instrumento fue el modelo TAM con adaptaciones para evaluar las características específicas del cuadernillo. Las dimensiones y preguntas incluyeron: percepción de Utilidad (PU) “el grado en el cual el participante asume que utilizando el material de estudio obtendrá un mejor rendimiento en su labor”, y facilidad de Uso Percibida (FUP) “el grado en el cual el participante cree que al utilizar el material se aliviará su esfuerzo en la labor”.

Cabe destacar que la literatura más reciente ha comenzado a aplicar este marco específicamente a contextos de aprendizaje basados en Arduino, mostrando que la aceptación de la tecnología está mediada tanto por factores instrumentales (utilidad, facilidad de uso) como por factores socioculturales propios de cada contexto educativo [43].

## VII. RESULTADOS

En la Tabla I pueden verse las preguntas del cuestionario y los porcentajes de respuesta para cada ítem (5: Totalmente de acuerdo, 4: De acuerdo, 3: Indiferente, 2: En desacuerdo, 1: Totalmente en desacuerdo). Las respuestas para las medias agrupadas se exhiben en la Tabla II y los porcentajes generales en la Tabla III.

TABLA I  
PORCENTAJES POR CADA ÍTEM DE UP Y FUP.

Categoría	Preguntas	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
UP1	¿Consideras que el cuadernillo facilita tu comprensión de conceptos electrónicos básicos?	4,17	89,17	5,83	0,83	0,00
UP2	¿El cuadernillo reduce tu necesidad de buscar información adicional en otras fuentes, como internet?	10,83	79,17	9,17	0,83	0,00
UP3	¿Percibes que el cuadernillo te ayuda a consolidar los conocimientos adquiridos durante las clases?	7,50	92,50	0,00	0,00	0,00
UP4	¿El contenido del cuadernillo cubre adecuadamente los objetivos del curso de electrónica?	0,00	80,83	19,17	0,00	0,00
UP5	¿Crees que el cuadernillo es útil para resolver dudas relacionadas con las actividades prácticas de programación y electrónica?	30,00	70,00	0,00	0,00	0,00
UP6	¿El cuadernillo proporciona una guía clara para aplicar los conceptos aprendidos en proyectos prácticos?	9,17	81,67	9,17	0,00	0,00
FUP1	¿Te resulta fácil entender las explicaciones presentadas en el cuadernillo?	21,67	76,67	0,83	0,83	0,00
FUP2	¿La estructura y el formato del cuadernillo facilitan el seguimiento del contenido?	0,00	79,17	20,83	0,00	0,00
FUP3	¿El lenguaje utilizado en el cuadernillo es claro y comprensible?	10,00	82,50	3,33	4,17	0,00
FUP4	¿Consideras que los conceptos están organizados de manera lógica y secuencial?	0,00	90,83	9,17	0,00	0,00
FUP5	¿El diseño narrativo del cuadernillo ayuda a mantener tu atención durante el estudio?	3,33	71,67	18,33	2,50	4,17
FUP6	¿La integración de texto, imágenes y ejemplos en el cuadernillo hace más accesible la información?	0,00	65,83	27,50	6,67	0,00
FUP7	¿Sientes que el cuadernillo evita confusiones al no fragmentar el contenido en secciones independientes?	0,00	57,50	42,50	0,00	0,00

TABLA II  
CRITERIO DE AGRUPAMIENTO POR RANGO.

1-2	Muy desfavorable
2-3	Desfavorable
3-4	Favorable
4-5	Muy favorable

TABLA III  
PORCENTAJES GENERALES.

	UP	FUP
Favorable	20,83	65,83
Muy favorable	79,17	34,17

Los datos muestran un patrón consistentemente favorable en ambas dimensiones evaluadas. En la categoría de Utilidad Percibida (UP), la suma de respuestas «de acuerdo» y «totalmente de acuerdo» se ubica por encima del 80 % en los seis ítems y supera el 90 % en cinco de ellos; la única excepción (UP4, sobre la cobertura de los objetivos del curso) tampoco registra respuestas en desacuerdo, sino que el resto de las respuestas se concentra en la categoría «indiferente» (19,17 %). Asimismo, ningún ítem de UP registra respuestas «en desacuerdo» o «totalmente en desacuerdo» por encima del 1 %. En la categoría de Facilidad de Uso Percibida (FUP) el acuerdo también predomina, aunque con mayor dispersión entre ítems: FUP7 (ausencia de fragmentación del contenido) y FUP6 (integración de texto, imágenes y ejemplos) concentran el mayor porcentaje de respuestas «indiferente» (42,50 % y 27,50 %, respectivamente), mientras que FUP5 (diseño narrativo) es el único ítem que registra respuestas en ambas categorías de desacuerdo simultáneamente (2,50 % «en desacuerdo» y 4,17 % «totalmente en desacuerdo»). Al agrupar las respuestas según el criterio de la Tabla II, la Tabla III muestra que el 79,17 % de las respuestas de UP y el 34,17 % de las de FUP se concentran en la categoría «muy favorable», mientras que el resto se ubica en la categoría «favorable», sin registrarse respuestas «desfavorables» ni «muy desfavorables» en ninguna de las dos dimensiones.

### VIII. DISCUSIÓN

La ausencia de valoraciones negativas en ambas dimensiones sugiere que el material diseñado cumplió su propósito de complementar las clases presenciales, y habilitó el aprendizaje autónomo de los estudiantes de electrónica. La elevada percepción de utilidad refleja que los estudiantes consideraron la guía como un recurso para abordar conceptos complejos en programación y electrónica básica. Este resultado esperado coincide en gran medida con estudios previos que subrayan la importancia de proporcionar materiales didácticos bien estructurados, sencillos, adecuados para el nivel de los estudiantes.

Por otro lado, la alta percepción de facilidad de uso sería un indicio de que el material fue considerado bastante accesible y sencillo de manejar, lo cual es importante para grupos en los cuales el nivel de familiaridad con los conceptos no es homogéneo. Este resultado puede considerarse una aplicación de principios cognitivos que minimizan la sobrecarga en memoria de trabajo.

Sin embargo, la mayor proporción de respuestas «indiferente» observada en los ítems FUP6 y FUP7 — vinculados específicamente con la integración de texto e imágenes y con la ausencia de fragmentación— sugiere que no todos los estudiantes llegaron a percibir de manera consciente estos beneficios. Una posible explicación, en línea con desarrollos recientes de la teoría de la carga cognitiva, es que los estudiantes con menor conocimiento previo de los contenidos, al disponer de menos recursos atencionales por su mayor carga cognitiva intrínseca, perciban con menor claridad el valor de un diseño integrado frente a uno fragmentado,

incluso cuando dicho diseño favorece su aprendizaje [40]. Esta posibilidad podría explorarse en futuras evaluaciones que incorporen el conocimiento previo como variable moderadora.

Un aspecto para resaltar es la importancia del intercambio entre investigadores y docentes para diseñar materiales educativos eficaces. Los docentes conocen en lo cotidiano cuáles son las dificultades específicas de sus estudiantes, mientras que los investigadores pueden informar sobre principios de diseño que han sido probados empíricamente. Esta colaboración interdisciplinaria puede mejorar significativamente la calidad y efectividad de los recursos educativos.

### IX. CONCLUSIONES

En conjunto, los resultados permiten responder a la pregunta de investigación planteada: una estrategia pedagógica que integra contenidos dispersos en un material único, didácticamente cercano al discurso de un docente y estructurado mediante un hilo narrativo, es percibida por estudiantes de electrónica y programación de nivel técnico secundario como útil y fácil de usar, sin registrarse percepciones negativas en ninguna de las dos dimensiones evaluadas. Este hallazgo respalda la pertinencia de los principios de integración, claridad y secuencia narrativa como criterios de diseño instruccional para textos técnicos de electrónica, y se alinea con la literatura reciente que continúa documentando los costos cognitivos de los materiales fragmentados y la utilidad de los recursos centralizados [40], [41], [42]. No obstante, los ítems con mayor proporción de respuestas neutras (FUP6 y FUP7) indican que estos beneficios no se perciben de manera homogénea entre todos los estudiantes, lo cual constituye una limitación a considerar en futuras revisiones del material.

La guía fue implementada inicialmente durante la pandemia de COVID-19. Aunque en esa etapa no se recopilaban formalmente datos de percepción estudiantil, los comentarios informales recogidos por el profesor guiaron una segunda revisión y mejora del contenido. La versión actualizada se distribuyó en formato impreso para garantizar que fuera usada durante las clases sin necesidad de consultar la versión digital.

De cara al futuro, consideramos valioso investigar el impacto a largo plazo de estos materiales en el rendimiento académico, así como explorar su aplicación en otros campos técnicos y contextos educativos.

### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la contribución de los profesores y estudiantes voluntarios.

### REFERENCIAS

- [1] J. Nielsen, *Usability engineering*. Morgan Kaufmann, 1994. Accedido: 25 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=95As2OF67f0C&oi=fnd&pg=PR9&dq=nielsen+usability+engineering+academic+press&ots=3dBzCoiqUs&sig=7WnvgkQfEdS8i3R0ZrsWvwXAtiw>
- [2] J. Sweller, J. J. Van Merriënboer, y F. G. Paas, «Cognitive architecture and instructional design», *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 10, pp. 251-296, 1998.

- [3] W. F. Brewer, «Literary theory, rhetoric, and stylistics: Implications for psychology», *Theor. Issues Read. Comprehension Perspect. Cogn. Psychol. Linguist. Artif. Intell. Educ. Erlbaum Assoc.*, 1980.
- [4] B. A. Bowen, «Four puzzles in adult literacy: Reflections on the national adult literacy survey», *J. Adolesc. Adult Lit.*, vol. 42, n.º 4, pp. 314-323, 1998.
- [5] A. C. Graesser, J. A. León, y J. C. Otero, «Introduction to the psychology of science text comprehension (pp. 1-15)», *Psychol. Sci. Text Comprehension Mahwah NJ Lawrence Erlbaum Assoc.*, 2002.
- [6] D. S. McNamara, «Learning from text: effects of text structure and reader strategies», *Rev. Signos*, vol. 37, n.º 55, pp. 19-30, 2004.
- [7] N. Coté, S. R. Goldman, y E. U. Saul, «Students making sense of informational text: Relations between processing and representations», *Discourse Process.*, vol. 25, n.º 1, pp. 1-53, ene. 1998, doi: 10.1080/01638539809545019.
- [8] M. A. Britt, J. F. Rouet, y A. Durik, «Literacy beyond text comprehension. A theory of purposeful reading. Taylor y Francis Group». 2018.
- [9] M. A. Britt y J.-F. Rouet, «Learning with multiple documents», *Qual. Learn.*, pp. 276-314, 2012.
- [10] D. Burin, Y. Coccimiglio, F. González, y J. Bulla, «Desarrollos recientes sobre habilidades digitales y comprensión lectora en entornos digitales», *Psicol. Conoc. Soc.*, vol. 6, n.º 1, pp. 191-206, 2016.
- [11] L. Salmerón, H. I. Strømso, Y. Kammerer, M. Stadler, y P. Van den Broek, «Comprehension processes in digital reading», *Learn. Read Digit. World*, pp. 91-120, 2018.
- [12] I. Fajardo, «¿« Son realmente tan buenos los nativos digitales? Relación entre las habilidades digitales y la lectura digital Inmaculada Fajardo, Ester Villalta, Ladislao Salmerón Universitat de València», 2016, Accedido: 25 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.academia.edu/download/36396282/2014\\_nativos.pdf](https://www.academia.edu/download/36396282/2014_nativos.pdf)
- [13] J. Naumann y L. Salmerón, «Does navigation always predict performance? Effects of relevant page selection on digital reading performance are moderated by offline comprehension skills», *Int. Rev. Res. Open Distrib. Learn.*, vol. 17, pp. 42-59, 2016.
- [14] J. Wu, «Gender differences in online reading engagement, metacognitive strategies, navigation skills and reading literacy», *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 30, n.º 3, pp. 252-271, jun. 2014, doi: 10.1111/jcal.12054.
- [15] F. Amadiou, T. Van Gog, F. Paas, A. Tricot, y C. Mariné, «Effects of prior knowledge and concept-map structure on disorientation, cognitive load, and learning», *Learn. Instr.*, vol. 19, n.º 5, pp. 376-386, 2009.
- [16] F. Amadiou y L. Salmerón, «Concept Maps for Comprehension and Navigation of Hypertexts», en *Digital Knowledge Maps in Education*, D. Ifenthaler y R. Hanewald, Eds., New York, NY: Springer New York, 2014, pp. 41-59. doi: 10.1007/978-1-4614-3178-7\_3.
- [17] H. Potelle y J.-F. Rouet, «Effects of content representation and readers' prior knowledge on the comprehension of hypertext», *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, vol. 58, n.º 3, pp. 327-345, 2003.
- [18] J. Conklin, «Hypertext: An introduction and survey», *computer*, vol. 20, n.º 09, pp. 17-41, 1987.
- [19] H. Thimbleby, M. Jones, y Y. L. Theng, «Is "lost in hyperspace" lost in controversy», en *Hypertext '97*, Citeseer, 1997. Accedido: 24 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=06194eac9f5d7e562e55979f3c2941d7c30a7775>
- [20] J. Sweller, «Cognitive load during problem solving: Effects on learning», *Cogn. Sci.*, vol. 12, n.º 2, Art. n.º 2, abr. 1988, doi: 10.1016/0364-0213(88)90023-7.
- [21] J. Sweller, «Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design», *Learn. Instr.*, vol. 4, n.º 4, Art. n.º 4, 1994.
- [22] J. Sweller y G. A. Cooper, «The Use of Worked Examples as a Substitute for Problem Solving in Learning Algebra», *Cogn. Instr.*, vol. 2, n.º 1, pp. 59-89, mar. 1985, doi: 10.1207/s1532690xci0201\_3.
- [23] G. Cooper y J. Sweller, «Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer.», *J. Educ. Psychol.*, vol. 79, n.º 4, p. 347, 1987.
- [24] E. Owen y J. Sweller, «What do students learn while solving mathematics problems?», *J. Educ. Psychol.*, vol. 77, n.º 3, p. 272, 1985.
- [25] J. Sweller y M. Levine, «Effects of goal specificity on means-ends analysis and learning.», *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn.*, vol. 8, n.º 5, p. 463, 1982.
- [26] J. Sweller, P. Chandler, P. Tierney, y M. Cooper, «Cognitive load as a factor in the structuring of technical material.», *J. Exp. Psychol. Gen.*, vol. 119, n.º 2, p. 176, 1990.
- [27] J. W. Creswell y J. D. Creswell, *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications, 2017. Accedido: 25 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://scholar.google.com/scholar?cluster=5941254364905912610&hl=en&oi=scholar>
- [28] F. D. Davis, «Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology», *MIS Q.*, pp. 319-340, 1989.
- [29] V. Venkatesh y F. D. Davis, «A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies», *Manag. Sci.*, vol. 46, n.º 2, pp. 186-204, feb. 2000, doi: 10.1287/mnsc.46.2.186.11926.
- [30] C. Caturegli y V. S. D'Angelo, *Conceptos computacionales con Arduino*. Accedido: 28 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.teseopress.com/conceptosarduino/>
- [31] J. Sweller, «Instructional Design in Technical Areas. Australian Education Review, No. 43. PCS Data Processing, Inc USA, 1999.
- [32] R. E. Mayer y R. Moreno, «A cognitive theory of multimedia learning: Implications for design principles», *J. Educ. Psychol.*, vol. 91, n.º 2, Art. n.º 2, 1998.
- [33] R. E. Mayer, «Thirty years of research on online learning», *Appl. Cogn. Psychol.*, vol. 33, n.º 2, Art. n.º 2, 2019, doi: 10.1002/acp.3482.
- [34] R. E. Mayer, *Multimedia Learning*. Cambridge ; New York, 2009.
- [35] F. Paas, A. Renkl, y J. Sweller, «Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments», *Educ. Psychol.*, vol. 38, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2003, doi: 10.1207/s15326985EP3801\_1.
- [36] A. Renkl, «Instruction based on examples», *Handb. Res. Learn. Instr.*, pp. 272-295, ene. 2011.
- [37] R. Mayer y L. Fiorella, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (3rd ed.)*. 2022. doi: 10.1017/9781108894333.
- [38] P. Chandler y J. Sweller, «The split-attention effect as a factor in the design of instruction», *Br. J. Educ. Psychol.*, vol. 62, n.º 2, pp. 233-246, jun. 1992, doi: 10.1111/j.2044-8279.1992.tb01017.x.
- [39] J. Sweller, P. Ayres, y S. Kalyuga, «The Split-Attention Effect», en *Cognitive Load Theory*, New York, NY: Springer New York, 2011, pp. 111-128. doi: 10.1007/978-1-4419-8126-4\_9.
- [40] J. Sweller, «The development of cognitive load theory: Replication crises and incorporation of other theories can lead to theory expansion», *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 35, n.º 4, p. 95, 2023, doi: 10.1007/s10648-023-09817-2.
- [41] L. Salmerón, L. Altamura, P. Delgado, A. Karagiorgi, y C. Vargas, «Reading comprehension on handheld devices versus on paper: A narrative review and meta-analysis of the medium effect and its moderators», *J. Educ. Psychol.*, vol. 116, n.º 2, pp. 153-172, 2024, doi: 10.1037/edu0000830.
- [42] J.-A. Marín-Marín, P. A. García-Tudela, y P. Duo-Terrón, «Computational thinking and programming with Arduino in education: A systematic review for secondary education», *Heliyon*, vol. 10, n.º 8, p. e29177, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e29177.
- [43] S.-H. Ga, C.-Y. Chang, y S. Martín, «Students' Acceptance of Arduino Technology Integration in Student-Led Science Inquiry: Insights from the Technology Acceptance Model», *arXiv:2511.04614*, 2025.
- [44] O. I. Trejos Buritica y L. E. Muñoz Guerrero, «La estructura EPS como estrategia de aprendizaje del paradigma de programación funcional en Ingeniería de Sistemas», *Entre cienc. ing.*, vol. 19, n.º 37, pp. 56-62, jun. 2025, doi: 10.31908/19098367.2770.



**Verónica Sofia D'Angelo.** Es Analista de Sistemas Informáticos (Universidad Abierta Interamericana, 1999), profesora de nivel medio (2005), diplomada en Educación y Nuevas Tecnologías (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, 2010), master en Psicología Cognitiva y Aprendizaje (FLACSO y Universidad Autónoma de Madrid, 2020) y doctora en Psicología por la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (2023). Actualmente se desempeña como docente universitaria e investigadora. Es becaria

postdoctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET). Sus áreas de interés son la educación y la investigación sobre interacción humano computadora en todos los niveles del ciclo educativo.

ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-3170-4313>.