



La telefonía móvil: una experiencia educativa para el aprendizaje de la tecnociencia*

Milena Gutiérrez Lombo

<https://orcid.org/0000-0001-5828-4913>
Universidad del Tolima, Colombia
mgutierrezl@ut.edu.co

Alejandro Leal Castro

<https://orcid.org/0000-0003-0947-9751>
Universidad del Tolima, Colombia
alealc@ut.edu.co

Resumen

Este artículo es el resultado de un proyecto de investigación concluido que planteó como objetivo comprender la incidencia de la secuencia didáctica “Telefonía móvil: más allá de una comunicación sin cable” en el aprendizaje de cuestiones relacionadas con la tecnociencia, en un grupo de estudiantes de educación media rural en Colombia. Metodológicamente, se realiza un trabajo cualitativo, enfocado en un estudio de casos. Los principales aspectos tecnocientíficos abordados son: demarcación, correspondencia y sociología externa de la ciencia y la tecnología. Los hallazgos más relevantes sugieren que las ideas más persistentes en los estudiantes fueron la imbricación entre ciencia (C) y tecnología (T), la aceptación o no de CyT en la sociedad desde una perspectiva utilitarista y las implicaciones sociales de estas en función de su uso. Igualmente, se presenta una tendencia a creer que la tecnología es el resultado de la ciencia, considerándola como ciencia aplicada, a pesar de reconocerse el estrecho vínculo entre estas elaboraciones humanas.

Palabras clave

Aprendizaje; ciencia; estudiante; tecnología; teléfono móvil.

* Este artículo es derivado de la tesis de Maestría en Educación: “Incidencia de una Secuencia Didáctica en las concepciones de Naturaleza de la Tecnociencia de estudiantes de educación media en el municipio de Rovira”, presentada en la Universidad del Tolima en 2020.

Recibido: 12/02/2025 | Enviado a pares: 30/04/2025 | Aceptado por pares: 20/05/2025 | Aprobado: 13/07/2025

DOI: [10.5294/edu.2025.28.1.5](https://doi.org/10.5294/edu.2025.28.1.5)

Para citar este artículo / to reference this article / para citar este artigo

Gutiérrez, M. y Leal, A. (2025). La telefonía móvil: una experiencia educativa para el aprendizaje de la tecnociencia. *Educación y Educadores*, 28(1), e2815. <https://doi.org/10.5294/edu.2025.28.1.5>

Mobile Telephony: An Educational Experience for Learning Technoscience*

Abstract

This article presents the results of a completed research project aimed at understanding the impact of the didactic sequence “Mobile Telephony: Beyond Wireless Communication” on learning issues related to technoscience among a group of rural high school students in Colombia. Methodologically, the study follows a qualitative approach focused on a case study. The main technoscientific aspects addressed include demarcation, correspondence, and the external sociology of science and technology. The most relevant findings suggest that the students’ most persistent ideas were the interconnection between science (S) and technology (T), the utilitarian acceptance or rejection of S&T in society, and their social implications depending on how they are used. Likewise, there is a tendency to believe that technology is the result of science, seen as applied science, despite recognizing the close relationship between these human endeavors.

Keywords

Learning; science; student; technology; mobile phone.

* This article is derived from the Master’s thesis in Education titled “*Impact of a Didactic Sequence on High School Students’ Conceptions of the Nature of Technoscience in the Municipality of Rovira*,” (“*Incidencia de una Secuencia Didáctica en las concepciones de Naturaleza de la Tecnociencia de estudiantes de educación media en el municipio de Rovira*” in Spanish) submitted to the University of Tolima in 2013.

Telefonia móvil: una experiencia educacional para a aprendizagem da tecnociência*

Resumo

Este artigo é resultado de um projeto de pesquisa concluído que teve como objetivo compreender a incidência da sequência didática “Telefonia móvil: para além de uma comunicação sem fio” na aprendizagem de questões relacionadas à tecnociência, em um grupo de estudantes do ensino médio rural na Colômbia. Metodologicamente, trata-se de um estudo qualitativo, com enfoque em estudo de caso. Os principais aspectos técnico-científicos abordados são: demarcação, correspondência e sociologia externa da ciência e da tecnologia. Os achados mais relevantes sugerem que as ideias mais persistentes entre os estudantes foram a imbricação entre ciência (C) e tecnologia (T), a aceitação ou a rejeição da C&T na sociedade a partir de uma perspectiva utilitarista, e as implicações sociais decorrentes de seu uso. Observou-se, ainda, uma tendência a acreditar que a tecnologia é o resultado da ciência, considerando-a como ciência aplicada, apesar de reconhecer a estreita ligação entre essas construções humanas.

Palavras-chave

Aprendizagem; ciência; estudante; tecnologia; telefone celular.

* Este artigo é derivado da dissertação de mestrado em Educação intitulada “Incidência de uma sequência didática nas concepções de natureza da tecnociência de estudantes do ensino médio no município de Rovira”, apresentada na Universidad del Tolima (Colômbia), em 2013.

Introducción

La tecnociencia es el sustento del mundo contemporáneo. La sociedad del siglo XXI se caracteriza cada vez más por la estrecha relación que existe entre ciencia y tecnología (CyT), lo que ha dado lugar a una nueva modalidad conocida como tecnociencia (Bono y Tenutto, 2018; López, 2023). De este modo, esta se constituye en una parte integral de la vida personal, laboral y social del ser humano (Deloitte, 2020). Es así como se encuentra un sinnúmero de aplicaciones tecnocientíficas, como la ingeniería genética, la biotecnología, la inteligencia artificial, la nanotecnología, los alimentos transgénicos, la criptografía, el arte electrónico, la telemedicina y la telefonía móvil, principalmente. En particular, esta última se postula junto con la internet como el avance más significativo en el ámbito de las telecomunicaciones (Ausín, 2021). Dada la imbricación que existe entre ciencia y tecnología es indispensable formar a los estudiantes al respecto.

En ese sentido, Vargas (2020) expresa la necesidad de orientar los procesos educativos teniendo en cuenta la importancia de estos dos campos. En ese escenario, la comprensión de las cuestiones asociadas a la tecnociencia se vislumbra como un componente esencial en la educación formal para la formación de ciudadanos (Alcaraz-Domínguez *et al.*, 2024). De ahí la necesidad de realizar trabajos de investigación en esta dirección. Justamente, este artículo se ubica en ese núcleo común de esfuerzos que buscan formar sujetos en la sociedad tecnocientífica contemporánea. Sin embargo, a pesar de la importancia de la tecnociencia en las sociedades, su conceptualización aún es difícil de apropiarse (Acevedo y García, 2016; Bennáassar *et al.*, 2010; Osorio-García, 2022).

De lo anterior nace la necesidad de entender, en primer lugar, la tecnociencia como la imbricación ineludible de la ciencia y tecnología, que constituye un complejo que de manera natural tiene una relación bidireccional con la sociedad; en segundo lugar, de abordar el carácter multidisciplinar adjudicado a este constructo, que abarca aspectos epis-

temológicos, históricos, económicos y sociológicos, principalmente, y en tercer lugar, que esta multidisciplinariedad conferida implica que se trascienda los paradigmas convencionales para la formación de ciudadanos con alfabetización tecnocientífica (Acevedo y García-Carmona, 2016; Amezcua, 2020; Bennáassar *et al.*, 2010; Nava, 2021).

Recientemente, en la comunidad académica de didáctica de las ciencias se han realizado diversos esfuerzos académicos desde la perspectiva de las controversias sociocientíficas en el profesorado de ciencias naturales en formación inicial, alrededor de diferentes temáticas, como la polémica entre la leche materna versus la leche de fórmula (Jiménez *et al.*, 2024); la relación entre las actitudes, las habilidades del pensamiento y la alfabetización científica con dichas controversias (Küçükaydin, 2022) y también su conexión con el desarrollo del pensamiento crítico (Gul y Akcay, 2020).

Igualmente, se han estudiado las visiones de los profesores en formación inicial de ciencias naturales (PFICN) en relación con los problemas socio-científicos y una enseñanza basada en estos (Sibic y Topcu, 2020), así como el impacto de una discusión en torno a si comprar una bicicleta con material de acero o aluminio, para trabajar habilidades de argumentación y toma de decisiones (Bernal *et al.*, 2023), y también el uso de la cartografía de controversias en el análisis de cuestiones que involucran la ciencia y la tecnología (España *et al.*, 2023).

La ausencia de estudios de investigación que centren su interés en estudiar el aprendizaje de la tecnociencia en estudiantes de educación media en zonas rurales implica tomar como referencia estos trabajos previos (España *et al.*, 2023; Gul y Akcay, 2020; Sibic y Topcu, 2020) que se focalizan en el profesorado y que han permitido identificar un alto nivel de discusión acerca de cómo el conocimiento científico y tecnológico se podría utilizar mejor dentro de la sociedad (España *et al.*, 2023), así como reconocer que el profesorado no aborda los problemas

de tipo social, científico (Sibic y Topcu, 2020) y tecnológico de manera multidimensional, por lo cual se hace necesario reflexionar sobre los aspectos de tipo epistemológico y sociológico acerca de la tecnociencia en el aprendizaje de los estudiantes.

Adicionalmente, Giacomo *et al.* (2023) resaltan en sus conclusiones la existencia de visiones instrumentales de la tecnología en estudiantes y docentes y, en esta misma dirección, Siso *et al.* expresan que se “sostiene la concepción de tecnología como aplicación del conocimiento científico, como un conocimiento subordinado” (2019, p. 249). Asimismo, Cardoso y Morales señalan que los docentes universitarios consideran que la tecnología es una “herramienta de la ciencia” (2017, p. 198). Lo anterior coincide con los hallazgos presentados en este artículo, en relación con la idea de considerar la tecnología como ciencia aplicada. Ahora bien, Siso y Cuéllar (2017) establecen como corolario, entre otros aspectos, que en los profesores de química en ejercicio se desvincula la ciencia de la tecnología y de la sociedad; sin embargo, el grupo de estudiantes que hizo parte del presente estudio logra reconocer la relación entre sociedad y tecnociencia, desde una perspectiva utilitarista, según el uso que se le dé.

De acuerdo con las conclusiones del trabajo de Gul y Akcay (2020), que afirman la necesidad de articular el desarrollo del pensamiento crítico en conexión con el contexto y situaciones de la vida real, en este trabajo se aborda, en particular, el tópico escolar de la telefonía móvil en un grupo de estudiantes de la zona rural del departamento de Tolima, Colombia. El principio de funcionamiento de esta telefonía es transmitir a través del aire los sonidos convertidos en señales electromagnéticas, transformándolas nuevamente a mensajes cuando son recibidas a través de antenas o vía satélite (Inzaurrealde *et al.*, 2014). De esta manera, el sistema de telefonía móvil se compone de tres partes principales: la red de telefonía móvil y sus antenas, los centros de conmutación y los terminales, que son los teléfonos móviles.

En concordancia con Martínez (2001), Rodríguez *et al.* (2010) e Inzaurrealde *et al.* (2014), es de resaltar el desarrollo revolucionario de esta forma de comunicación, que ha traído diversos beneficios acordes a las necesidades del mundo actual. No obstante, se han generado debates en torno a las repercusiones que puede traer en la sociedad. A partir de este caso se resalta la importancia de llevar a las aulas el estudio de la tecnociencia, con problemáticas del diario vivir en las que se ponga de manifiesto la importancia de conocer los principios de funcionamiento de lo que nos rodea, y reflexionar sobre su impacto en los diferentes ámbitos en los que funciona la sociedad. La telefonía móvil es, por lo tanto, una situación tecnocientífica controversial que permite concebirla mucho más que como una comunicación sin cable.

De tal manera, se diseña la secuencia didáctica “Telefonía móvil: más allá de una comunicación sin cable”, a partir de cinco fases, y se emplean diferentes recursos, como tabletas con conexión a internet, material promocional de la aplicación SHAREit, material multimedia, así como lecturas introductorias, eventos de interés para los estudiantes como el festival Tomorrowland, apuntes y talleres de clase.

Lo anterior, en el marco metodológico del paradigma cualitativo, tipo estudio de casos. Más adelante, de acuerdo con las características de la investigación, se especifica el diseño llevado a cabo con sus fases; después se detallan las técnicas de investigación: cuestionario cerrado tipo Likert, cuestionario abierto y grupos focales, con sus respectivos instrumentos; en tercer lugar se establece el sistema categorial y, en cuarto lugar, se identifican los participantes del proyecto, seleccionados a partir de un muestreo intencional, no probabilístico.

En síntesis, los principales resultados y conclusiones muestran que, fruto del trabajo realizado, se presentaron cambios relevantes. Primero, la idea acerca de lo que significa la ciencia se amplió, al considerar su relación con el estudio de materiales, leyes, teorías, explicación de fenómenos y compren-

sión del funcionamiento de las cosas. Segundo, se produjo una especie de ruptura en la dicotomía entre ciencia o tecnología. Así las cosas, los estudiantes lograron concebir que ciencia y tecnología se vinculan y trabajan mancomunadamente en todo lo que nos rodea, razón por la cual se habla de tecnociencia; no obstante, le otorgan un estatus epistemológicamente superior a la ciencia. Tercero, se identificó que la aprobación o desaprobación que la sociedad hace de la tecnociencia surge a partir de sus necesidades, lo cual se corresponde con una postura utilitarista.

Metodología

Teniendo en cuenta las características de la investigación educativa y el objetivo propuesto, que consiste comprender la incidencia de la secuencia didáctica “Telefonía móvil: más allá de una comunicación sin cable” en el aprendizaje de cuestiones relacionadas con la tecnociencia, en un grupo de estudiantes de educación media rural en Colombia, se considera que el paradigma cualitativo (Levitt *et al.*, 2017; Punch, 2013) con estudio de casos es el más adecuado (Hernández *et al.*, 2014). Este método permite, según Martínez (2011), analizar en profundidad una unidad para abordar una problemática. En particular, se analizó un grupo de seis estudiantes, seleccionados bajo muestreo intencional, como un solo caso. Se parte del supuesto de que nos encontramos con múltiples realidades y que para analizarlas es necesario hacer una inmersión en el campo de estudio para comprender los diversos aprendizajes acerca de la tecnociencia.

En ese sentido, aproximarse a los aprendizajes de los estudiantes alrededor de la tecnociencia implica: 1) hacer una inmersión que permita identificar las mejores alternativas para el estudio de las concepciones, las cuales se pueden ir modificando durante la recolección de los datos; 2) que las técnicas de recolección permitan entender lo que los estudiantes piensan acerca de la tecnociencia; y 3) que la información que proporciona cada uno de los estudiantes corresponda a su concepción de la

tecnociencia, la cual se debe interpretar y analizar detenidamente para encontrar factores en común. A partir de estas consideraciones se diseña la secuencia didáctica.

En cuanto a la *planeación y diseño de la secuencia didáctica* (SD), esta implicó, en primer lugar, indagar por las ideas iniciales de los estudiantes en torno de la tecnociencia, así como un conjunto de actividades que articularon la telefonía móvil con aspectos científicos y tecnológicos. En este sentido, se presentó una cuestión tecnocientífica que fuera muy familiar a la cotidianidad de los estudiantes y permitiera exponer de forma explícita cuestiones asociadas a la tecnociencia y que además suscitara espacios de reflexión. En términos generales, la SD se estructuró en cinco momentos: ideas previas, exploración, explicación, elaboración y evaluación.

En el primer momento se busca hacer cuestionamientos que conducen al estudiante al tema central de la SD. En segundo lugar viene la exploración del contenido temático asociado al funcionamiento de la telefonía móvil. La tercera fase consiste en la construcción de explicaciones que los estudiantes hacen a partir de los constructos de la etapa dos, situaciones reales e investigaciones personales. La cuarta corresponde a la fase de elaboración, en la que se espera la producción y comunicación del estudiante a partir de lo explorado y explicado. Por último, se encuentra la etapa de evaluación metacognitiva, en la que el estudiante, a partir de la reflexión, pone de manifiesto sus conclusiones sobre el tema abordado y además evalúa la metodología y temática de la SD. A continuación se presentan los aspectos más relevantes de la SD.

Telefonía móvil: más allá de una comunicación sin cable

Las tecnologías inalámbricas están teniendo mucho auge y desarrollo en estos últimos años. Una de las que ha tenido un gran desarrollo ha sido la telefonía celular. Desde sus inicios a finales de los

años setenta ha revolucionado enormemente las actividades diarias. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la sociedad tecnocientífica contemporánea. A pesar de

que fue concebida para la voz únicamente, debido a las limitaciones tecnológicas de esa época, la tecnología celular de hoy en día es capaz de brindar otro tipo de servicios, como datos, audio y video.

Tabla 1. Fases, descripción y recursos de la SD

Fase	Descripción	Recursos
I. Ideas previas	Se plantean tres actividades, a través de las cuales se induce de forma indirecta al tema de telefonía móvil. Además, se conocen las nociones que los estudiantes tienen sobre el funcionamiento de algún aspecto de la telefonía móvil y sus concepciones acerca de la tecnociencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Tablet con conexión a Internet. • Fragmento de lectura introductoria.* • Material promocional sobre la aplicación SHAREit.* • Material multimedia sobre el evento Tomorrowland.*
II. Exploración	Los estudiantes conocen el funcionamiento de la telefonía móvil y los aspectos tecnocientíficos que la sustentan.	<ul style="list-style-type: none"> • Tablet con conexión a Internet. • Material multimedia sobre visita técnica a una estación de telecomunicaciones.*
III. Explicación	Los estudiantes interactúan con el proceso de la telefonía móvil e identifican los componentes tecnocientíficos presentes en él.	<ul style="list-style-type: none"> • Tablet con conexión a Internet. • Apuntes y talleres de clase.
IV. Elaboración	Los estudiantes exponen su creatividad para hacer una réplica de todos los componentes que incluye la telefonía móvil.	<ul style="list-style-type: none"> • Tablet con conexión a Internet. • Apuntes y talleres de clase. • Informe de la etapa "Explicar".
V. Evaluación	Los estudiantes exponen sus conclusiones sobre el tema, respecto de cuestiones asociadas a la tecnociencia y la metodología y temática de la SD.	<ul style="list-style-type: none"> • Tablet con conexión a Internet. • Apuntes y talleres de clase. • Informe de la etapa "Explicar".

Fuente: elaboración propia.

A través de la plataforma Science Bits, la ejecución de la SD fue terciada por medio de un sitio web diseñado en SharePoint, en el que los estudiantes acceden a cada una de los recursos marcados con asterisco (*) y hacen uso, además, de material mul-

timedia y herramientas web 2.0. La recolección de la información se lleva a cabo a través de un conjunto de técnicas con sus respectivos instrumentos, que se aplican antes y después de las actividades planteadas en la SD (Tabla 2).

Tabla 2. Técnicas de investigación

Prefijo	Técnica	Fuente
ICL	Cuestionario cerrado con escala tipo Likert.	Estudiantes participantes.
ICA	Cuestionario abierto.	
IGF	Grupos focales.	

Fuente: elaboración propia.

CUESTIONARIO CERRADO CON ESCALA TIPO LIKERT (ICL). Esta técnica busca hacer un diagnóstico de las concepciones iniciales de los participantes acerca de la tecnociencia. Las preguntas de este cuestionario fueron extraídas de un banco denominado “cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad” (COCTS), las cuales han sido mejoradas y aplicadas a lo largo de varios años de estudio e investigación (Bennássar *et al.*, 2010; Vázquez, 2012).

Las cuestiones planteadas son independientes entre sí, por lo que pueden usarse de modo flexible. Se seleccionan 11 cuestiones asociadas a la tecnociencia, que tiene ver con los siguientes tópicos: 1) la

definición de ciencia; 2) la definición de tecnología; 3) el proceso de hacer ciencia; 4) la influencia de la ciencia en la tecnología; 5) la influencia de la tecnología en la ciencia; 6) la influencia de la ciencia sobre la sociedad; 7) la influencia de la sociedad sobre la ciencia; 8) la influencia de la tecnología sobre la sociedad; 9) la influencia de la sociedad en la tecnología; 10) la relación explícita entre ciencia y tecnología; 11) los conocimientos propios de la tecnología. Cada cuestión (pregunta) contiene diferentes frases optativas (respuestas), las cuales deben ser calificadas una a una en una escala de 1 a 9 según el grado de acuerdo o desacuerdo (Tabla 3).

Tabla 3. Escala de valoración ICL

Desacuerdo				Na/Nd*	Acuerdo			
Total	Alto	Medio	Bajo	Indeciso	Bajo	Medio	Alto	Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9

* Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Fuente: elaboración propia a partir de Leal (2015).

Esta métrica permite tener un rango suficiente de información que se maximiza además con la categoría que un panel de jueces expertos le adjudicó a cada frase: a) adecuada, que significa que la proposición expresa una opinión apropiada desde la perspectiva de los conocimientos disciplinares; b) plausible, que evidencia el conocimiento de algunos aspectos propios de los conocimientos disciplinares,

aunque por su complejidad no alcanza a ser considerado como completamente adecuada; y c) cuando la proposición expresa una opinión no plausible dicha respuesta es considerada como ingenua.

CUESTIONARIOS ABIERTOS (ICA). Se diseñan con la idea de complementar las respuestas del cuestionario cerrado. Incluyen preguntas abiertas, representacio-

nes icónicas y documentos redactados por los estudiantes. De esta manera se pueden conocer de manera más detallada características, ideas y razones en relaciones con los aprendizajes de las cuestiones tecnocientíficas. Estos, como su naturaleza lo indica, constan de preguntas abiertas perfiladas para sondear las ideas previas de los estudiantes. Los cuestionarios, además, buscan poner de manifiesto las habilidades que perfilen sus formas de pensar (reflexión, análisis, interpretación, asociación y síntesis), actuar (cuestionar, hipotetizar, argumentar, discutir, criticar y proponer) y comunicar (fluidez, propiedad y tipo de lenguaje) cuestiones de tipo tecnocientífico.

GRUPOS FOCALES (IGF). Esta técnica se incluye en las fases finales de la SD. Su finalidad fundamental es conocer el consenso de las ideas, actuaciones y comunicaciones de los estudiantes a partir del trabajo a nivel grupal. En el marco del grupo focal se trabajan el debate dirigido y el grupo de discusión, donde en pequeños grupos se discute un tema de manera informal con (primer caso) y sin (segundo caso) la guía del profesor. Para esto, la muestra se divide

en dos grupos, donde, según la actividad que se les plantea, exponen sus ideas para formar la idea de grupo que plasmada en un producto final y da cuenta de las ideas acerca de la tecnociencia. Por último, toda la muestra de participantes se reúne en mesa redonda para exponer el resultado de su trabajo, como actividad complementaria para socializar los aprendizajes. El IGF se diseña centrado en problemas específicos, motivadores y dinámicos, de forma que suscite análisis, acción, reflexión y pluralidad de opiniones y perspectivas para abordar un problema.

La información recolectada se procesó por medio del análisis de contenido (Ruíz Bueno, 2021) que permite comprender los sentidos y significados de las ideas expresadas por los estudiantes en relación con los aprendizajes tecnocientíficos. De este modo, se pretende convertir los fenómenos registrados “en bruto” en datos que puedan ser tratados y construir con ellos un cuerpo de conocimientos. Para su realización se hace necesario emplear categorías y subcategorías de análisis, que han sido agrupadas en aspectos de tipo epistémico y sociológico.

Tabla 4. Sistema categorial

Aspecto	Dimensión	Categoría	Subcategoría
Epistemológico	Demarcación y correspondencia	Ciencia y Tecnología	Ciencia
			Tecnología
			Interdependencia
Social	Sociología externa de la CyT	Influencia de la sociedad en la CyT	Influencia general

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 4, los aspectos epistemológico y social son los que se abordan en los estudiantes participantes acerca de la tecnociencia. Se puntualiza en las cuestiones más generales asociadas a las dimensiones y categorías expuestas. Esta última elección se hace fundamentada en que el estudio va dirigido a estudiantes de educación media y, por ende, no debe abarcar constructos muy especializados de la tecnociencia, por su edad y trayectoria escolar.

Este sistema categorial genera un espectro suficiente de análisis que permite de manera específica comprender algunos aprendizajes asociados a rasgos epistemológicos y sociológicos acerca de la tecnociencia, además de su conceptualización y identificación, y de la relación que conciben entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

La *selección de los sujetos participantes* o personas que hacen parte del trabajo de investigación se

realiza por medio del muestreo intencional (Marradi *et al.*, 2002) de tipo no probabilístico. De tal modo, se seleccionan estudiantes de educación media rural. Para el estudio se considera necesario focalizar el grupo y tomar una muestra, teniendo en cuenta tres aspectos: a) la necesidad de la homogeneidad en el buen rendimiento académico, interés y disciplina de estudio; de manera tal que este no sea un factor que influya en los resultados, b) que el análisis de contenido se realice de manera minuciosa y detallada y c) la disponibilidad de tiempo extraclase por parte de los estudiantes para participar de las actividades del proyecto.

Así las cosas, se establece que la muestra está compuesta por tres estudiantes de grado décimo y tres de grado undécimo. Los estudiantes seleccionados son aquellos que obtuvieron los primeros puestos por su rendimiento académico y disciplinario, verificando también que hayan tenido el mismo proceso escolar por lo menos en los últimos tres años (currículo, docentes y práctica docente). Se considera que una muestra de seis estudiantes, aunque no es representativa para poder hacer generalizaciones, es válida para un estudio de casos, partiendo del hecho de que la aplicación de la secuencia didáctica con esta cantidad de estudiantes permitirá una

guía semipersonalizada en la cual se puedan desentrañar con detalle los aprendizajes tecnocientíficos. Los tres estudiantes de grado décimo fueron codificados con el índice S1, S2 y S3 respectivamente y los estudiantes de undécimo con el índice S4, S5 y S6. Para la técnica de grupos focales, el grupo se subdivide en dos atendiendo el grado al que pertenecen. De esta manera se generan dos grupos focales, codificados como E1 y E2.

Resultados y análisis

Los resultados se presentan con los hallazgos antes y después de la intervención didáctica y se estructuran de acuerdo con el sistema categorial planteado en la metodología. Los principales hallazgos detectados *antes de la secuencia didáctica* (SD) son producto de las respuestas obtenidas en el ICL e ICA. Así, el punto de partida consistió en el cuestionario cerrado tipo Likert basado en el COCTS, que permitió tener un acercamiento explícito acerca de la tecnociencia, de acuerdo con las categorías establecidas. De este modo, se dio respuesta a 11 preguntas, cada una con distintos enunciados, según la escala planteada en el apartado anterior. Los principales resultados se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Principales resultados ICL

Subcategoría	Opinión de los estudiantes
Definición de ciencia	La ciencia sí puede ser definida y convergen en concebirla como la posibilidad de explorar y descubrir nuevos conocimientos sobre el mundo.
	La ciencia es desarrollada por científicos que tienen ideas, usan técnicas y a través de un proceso investigador sistemático descubren nuevos conocimientos para mejorar la calidad de vida.
Definición de tecnología	La tecnología son nuevos procesos, instrumentos o maquinarias de uso cotidiano, por lo tanto, la relacionan con los robots, la electrónica, los automatismos y los sistemas de comunicación.
	No hay claridad sobre el cuerpo de conocimientos propios de los tecnólogos.
Interdependencia de ciencia y tecnología	No hay claridad sobre la relación que existe entre ciencia y tecnología, de este modo, no logran establecer la influencia de la ciencia en la tecnología o de la tecnología en la ciencia.
	Convergen en considerar la tecnología como una “técnica” subordinada a la ciencia.

Subcategoría	Opinión de los estudiantes
Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología	La sociedad acepta o rechaza la tecnología, con lo cual crea mayor o menor demanda a la ciencia. De igual manera, la sociedad vota a favor o en contra de ciertas tecnologías cada vez que se compra algo, e impone restricciones sobre su uso para controlarla.
	La ciencia influye en la sociedad a través de la tecnología, en la medida en que les permite a las personas tener el conocimiento del mundo. Sin embargo, todos indicaron que, según el uso que se le dé a la tecnología, la sociedad puede mejorar o destruirse a sí misma.

Fuente: elaboración propia.

El ser humano permanentemente recibe información de diversas formas, y esto lo pone en contacto con diferentes posturas y situaciones que influyen en sus opiniones y formas de pensar. Particularmente el acceso a la información de los estudiantes participantes en este estudio es muy limitado. La internet, las revistas y los periódicos, por ejemplo, muy pocas veces están al alcance de su mano. Así que sus fuentes se ven reducidas a lo que viven en su contexto y tal vez a la radio y la televisión. En ese sentido, se podría entender que esta limitación en el acceso a la información hace que los estudiantes, por ejemplo, conciben la ciencia como algo de orden superior que está muy lejos de su contexto y que no tengan claridad acerca del cuerpo de conocimientos de la tecnología ni de su relación con la ciencia. Esto genera inclusión en el debate, que alude a cierta proporcionalidad de los estratos socioeconómicos con la calidad educativa. En efecto, para el aspecto en mención, se convierte en una precondition para la accesibilidad a la información, lo que determina que se genere o no una cultura tecnocientífica.

La necesidad de complementar este instrumento con otro que dé cuenta de las elaboraciones propias de los estudiantes implicó que se recolectaran y analizaran los hallazgos derivados del ICA, que consistió en un conjunto de actividades que propendían por introducir, entre otros aspectos, el tema de telefonía móvil a través de situaciones y productos asociados a la tecnociencia. En la primera actividad, los estudiantes asignaron un título a un fragmento relacionado con las comunicaciones, en

la segunda hicieron una representación gráfica del funcionamiento de la aplicación SHAREIT y, por último, en el marco del festival de música electrónica Tomorrowland, expresaron de forma escrita, verbal y gráfica cómo concebían la CyT en dicho evento.

Lo primero que se destaca de la aplicación del ICA, en su primera actividad –en correspondencia con Bono y Tenutto (2018), Esteban (2003) y Vargas (2020)– es que tal vez la ciencia y la tecnología no son tan populares como parece. Para pretender una alfabetización tecnocientífica es necesario que los estudiantes logren ver más allá de lo evidente y esto se logra comprendiendo cuáles son el sentido y los objetivos de los conocimientos y cuáles son sus fundamentos epistemológicos y metodológicos.

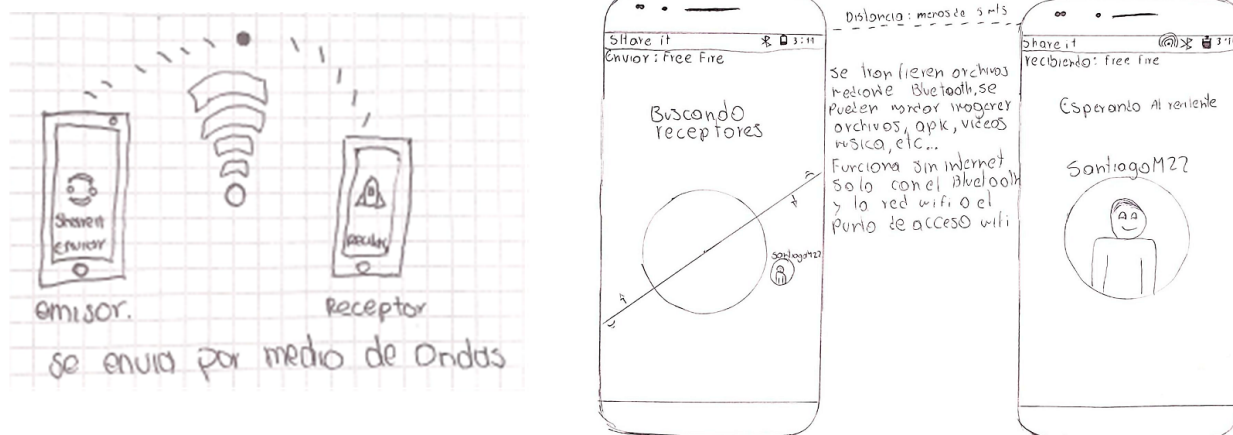
También se hizo evidente la concepción según la cual ciencia y la tecnología funcionan por vías separadas. Esto se manifiesta cuando asocian explícitamente los medios de comunicación solo con la tecnología, y continúan ejemplificando, pero en ninguna parte de la explicación hacen mención de la ciencia: “lo escogí pensando o teniendo la idea de que día a día pues hay avances tecnológicos” (ICA-01_S1); “pues el título en que yo me basé pues quise dar a entender que pues la tecnología cada día más [...] cada día está más avanzando” [ICA-01_S2].

En relación con la segunda actividad (ICA-02): funcionamiento de la aplicación SHAREIT, se ha de tener en cuenta que dicha aplicación es bastante empleada por los estudiantes para compartirse archivos, música, imágenes y aplicaciones. El ICA-02

fue un ejercicio de representación gráfica y explicación verbal del funcionamiento de esta aplicación. Con esto se pretendía conocer el grado de reflexión que hacen los estudiantes sobre el funcionamiento de las cosas, lo que en últimas favorece el escenario para comprender la epistemología y sociología de la

tecnociencia. Los hallazgos más importantes muestran que se percibe facilidad de los estudiantes para explicar procesos a través de gráficos y mayor dificultad para hacerlo de forma verbal. Esto se puede referenciar en los dibujos de la Figura 1, donde ellos trataron de plasmar el funcionamiento de la aplicación.

Figura 1. Funcionamiento de SHAREit



Fuente: estudiante 3 y 4.

Los detalles se evidencian, por ejemplo, cuando tratan de replicar todos los elementos de las pantallas de los celulares, el uso de simbología técnica y especificación de aspectos más puntuales, como la distancia, lo cual deja ver que la imagen que los estudiantes conciben en su pensamiento es relativamente estructurada. Sin embargo, como se ilustra a continuación, al tratar de explicar esos modelos de forma verbal, ya no les es tan fácil y ponen de manifiesto en mayor proporción lo que desconocen que lo que conocen.

En términos generales, los estudiantes centran sus explicaciones en el funcionamiento de modo coloquial sin reflexionar sobre su razón de ser; es decir, sin cuestionarse sobre el porqué y el cómo. Por ejemplo: “uno entra a la aplicación y ahí le da enviar o recibir, puede, puede recibir archivos y también en-

viar y pues por medio de otro celular” (ICA-o2_S2); “además, hice dos, dos celulares, en el cual uno está recibiendo la información y el otro la está enviando” (ICA-o2_S2). En esta misma línea estuvieron, en su generalidad, las respuestas. No se profundizó en el proceso de transmisión.

En síntesis, se vislumbra que los aprendizajes acerca de la tecnociencia aún carecen de la capacidad reflexiva y de indagación, que son fundamentales en este campo. Si se logra que los estudiantes tengan conciencia del funcionamiento de lo que nos rodea, ello generará un impacto trascendental, ya que les ayudará a edificar explicaciones de la realidad y esto a su vez les permitirá convivir, adaptarse a ella y mejorarla. Es por esto que en el trabajo de aula es fundamental que, en las diferentes áreas del conocimiento, se generen espacios en los que se de-

sarrollen habilidades tecnocientíficas. Así se incentiva a los estudiantes a comprender y reflexionar sobre el mundo que les rodea. Si bien la tecnociencia se asocia con la innovación, plantea también implicaciones éticas políticas, sociales, culturales y ambientales, entre otras, lo que fundamenta su carácter interdisciplinar.

Para terminar, se realizó la actividad ICA-03, a partir del festival Tomorrowland. Esta técnica fue un cuestionario en el que los estudiantes analizaban los pormenores e implicaciones del evento y basado en ello respondían tres preguntas asociadas a la epistemología y sociología de la tecnociencia. Estas permitieron conocer cómo conciben la ciencia y la tecnología y su relación con la sociedad, así como evidenciar la asociación que los estudiantes hacen de la ciencia con el mundo natural y de la tecnología con lo creado por el hombre. Adicionalmente, hubo dificultad para diferenciar entre técnica y tecnología. Esto podría contribuir a una visión instrumentalizada de la tecnología y generar una diferenciación aún mayor con la ciencia.

A partir de esto se generan entonces los siguientes interrogantes: Si los estudiantes tienen contacto permanente con la tecnología, ¿por qué se les dificulta diferenciarla de la técnica y, aún más relevante, por qué no logran evidenciar la imbricación de la ciencia y la tecnología? Presuntamente, el solo contacto no es suficiente, como afirman Bono y Tenutto (2018), y es menester propiciar una educación sensible a los cambios tecnológicos, a los sistemas de información y de acceso. En esa línea, los estudiantes dejarían de ver lo que les rodea como simples cosas y generarían esquemas valorativos que les permitieran comprender el mundo en el que viven. Con respecto al ámbito sociológico, al responder la pregunta: ¿se imaginan un mundo sin ciencia y tecnología?, se destacan los siguientes testimonios de los estudiantes.

Para estar en nuestro diario vivir y poder subsistir en este planeta, tenemos que convivir con la ciencia y la tecnología. (S4) // La tecnología nos

facilita muchos trabajos, en áreas como agricultura, ganadería, etc., y la ciencia es muy necesaria ya que ha descubierto muchas cosas; al igual, la tecnología ha ayudado a avanzar [en] muchas cosas que hoy en día nos hace un poco más fácil y que cada día que pasa más avanza esta. (S2)

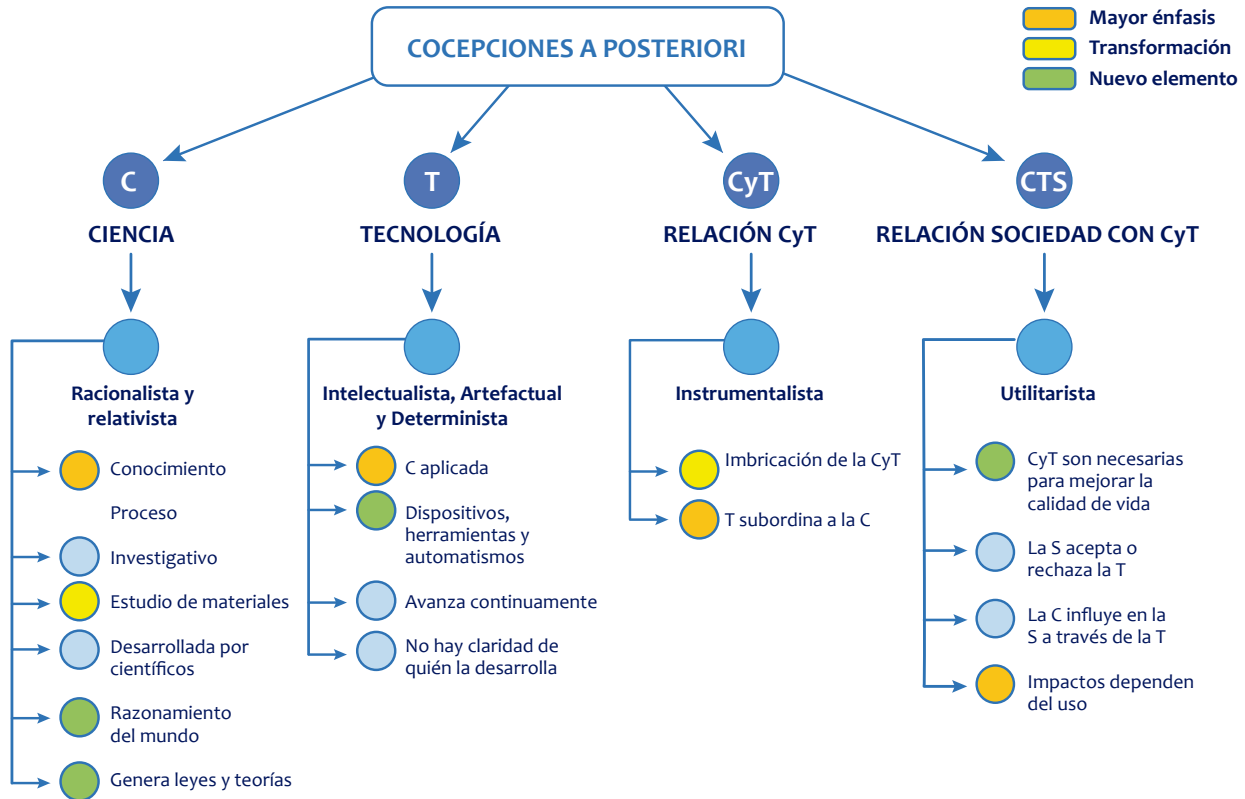
Estos fragmentos sugieren la importancia de la ciencia y la tecnología en la sociedad y destacan sus aportes en diferentes campos y sectores. Es decir, se plantea una relación a partir de la utilidad o beneficio que los avances científicos y tecnológicos traen, lo cual facilita la vida de los seres humanos.

Una vez se desarrolló la etapa preliminar de la SD, se prosiguió con la *etapa de exploración y explicación*, finalizando con la *etapa de elaboración y evaluación*, que incluye los instrumentos IGF-01 y IGF-02. El objetivo de estos instrumentos fue conocer cómo influyó la SD sobre el sistema de telefonía móvil en los aprendizajes acerca de la tecnociencia, a partir de lo que se encontró previamente en la fase previa. La síntesis de los resultados obtenidos se muestra en la Figura 2.

A partir de las actividades realizadas, que incluyeron formas gráficas de representación y discusiones en grupos por medio de foros, se identificaron componentes científicos y tecnológicos de cada elemento que interviene en la telefonía móvil, lo cual permitió ver la interrelación entre ciencia y tecnología. Al preguntarse si estos elementos se podían elaborar sin CyT, se encontró que los estudiantes 1, 2 y 3 respondieron al unísono que no podían y complementaron expresando que “básicamente la ciencia y la tecnología operan en conjunto” (S3), pues, “en conclusión, la Ciencia y la Tecnología trabajan juntas, ya que en cada cosa u objeto que vemos, allí hay tecnología y ciencia” (S2).

En lo que concierne a la conceptualización acerca de la ciencia y la tecnología se destaca la asociación de la ciencia con el estudio de materiales y también como un tipo de conocimiento acerca de cómo funcionan las cosas, esto es, se reconoció

Figura 2. Hallazgos más relevantes después de la aplicación de la SD



Fuente: elaboración propia.

el papel explicativo de esta forma particular de conocimiento: “la ciencia, pienso que es la estructura, como la hicieron, también teniendo en cuenta las leyes o teorías para que ella funcionara, estuviera estable y no se derrumbara el edificio” (S1). En este fragmento se reconoce la necesidad de elaborar preguntas acerca de la realidad, como vehículo fundamental para promover un pensamiento científico.

En sus discursos, además de que los estudiantes incluyen un nuevo elemento para ampliar su concepto de la ciencia, en lo relacionado con el estudio de materiales se puede resaltar el lenguaje especializado que ahora emplean. Palabras como “ondas electromagnéticas”, “conductor”, “partículas”, “elementos químicos”, entre otras, demuestran propiedad en la forma de comunicar y pensar cues-

tiones tecnocientíficas. Esto puede permitir que los estudiantes comiencen a incluir en sus diálogos aspectos acerca de la naturaleza de la tecnociencia, lo cual sería un aspecto favorable para fomentar una cultura tecnocientífica.

En cuanto a la tecnología, algo que solo se enuncia en este instrumento es la relación que tiene con la automatización de procesos, al “poder crear un dispositivo que pueda hacer todo eso, sin necesidad de que haya alguien estando siempre allá trepado manejándolo, poder crear eso” (S3). Este tema de los automatismos podría ser la ventana para que los estudiantes logren visualizar la influencia de la tecnología en la ciencia. En las concepciones a priori no fue tan evidente esa influencia y por ello se da la necesidad de hacerla más explícita.

Vargas (2020) cuestiona que la tecnología sea asociada o identificada con los artefactos. Expresa que esto limita totalmente el rico significado epistemológico del concepto de tecnología y la posibilidad de su integración en la enseñanza y la didáctica. Evidentemente, las prácticas tecnológicas requieren conocimiento, trabajo en equipo y especialización de funciones, por nombrar algunas de las actividades que se pueden incluir dentro de la enseñanza de los diferentes contenidos en las instituciones educativas. De esta forma, se lograrían dos cosas: cambiar la concepción instrumentalizada de la tecnología y propiciar la alfabetización tecnocientífica a través del trabajo en grupo.

Para finalizar, se implementó una actividad denominada IGF-02, que permitió visualizar las ideas de cierre de los estudiantes tras la finalización del tema de la SD. El primer grupo focal realizó un ensayo en el que explícitamente daban a conocer la conceptualización e interrelación entre ciencia y tecnología, según lo observado en el funcionamiento de la telefonía móvil. El segundo grupo focal realizó un ensayo relacionado con la telefonía móvil y sus repercusiones en la sociedad, manejando implícitamente la conceptualización de CyT y su interrelación.

En lo que respecta a la definición de ciencia, se sigue encontrando que los grupos focales asocian la ciencia con conocimiento e investigación, así: “[se] conoce como ciencia al conjunto de conocimientos adquiridos a través de investigaciones realizadas, [que] ayudan a incrementar el conocimiento humano; son los conocimientos adquiridos, por medio de investigaciones y experimentaciones” (GF-02_S1). Además, surgen otros elementos dentro de sus discursos como leyes, teorías, explicación y comprensión: “diseñadas para dar explicación a un fenómeno cualquiera, explican o nos tratan de explicar la mayoría de los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, [pues] uno de los propósitos de la ciencia es explicar y comprender el mundo en que vivimos” (GF-02_S1).

Aunque es importante que los estudiantes hayan logrado ampliar el espectro de lo que implica la ciencia, haría falta que piensen que es algo más que pensamiento e ideas. Así comprenderían mejor la epistemología de la tecnociencia. Podrían asimilar, por ejemplo, que el conocimiento no solo está cargado de teorías, sino también de intereses y valores (Echeverría, 2010) y que estos intereses y valores son los que hacen que la tecnociencia, más que conocer el mundo, permita modificarlo y transformarlo.

Con respecto a la conceptualización de la tecnología, en lo que mencionan al respecto se percibe una transfiguración particular, al extrapolar la concepción que la asocia con los aparatos electrónicos, para definirla como la razón de ser de los mismos, con lo cual connotan la tecnología como ciencia aplicada: “la tecnología son las ciencias aplicadas, es decir, la ciencia es el conocimiento adquirido y ese conocimiento nos sirve para crear aparatos o instrumentos” (GF-02_S3). Como se puede apreciar, la idea según la cual la tecnología es ciencia aplicada se encuentra fuertemente arraigada. Los aprendizajes más consistentes en este conjunto de actividades finales de la SD tienen que ver con la interrelación que se establece entre ciencia y tecnología:

Los celulares no hubieran existido si los humanos no se hubieran preocupado por estudiar y comprender las radiocomunicaciones, la electrónica, la química, pues este pequeño aparato no hubiera existido sin esos conocimientos. (GF-02_E1) // Las ondas electromagnéticas que utilizan para la comunicación, esto se puede lograr con la ayuda de la ciencia y la tecnología, ya que si estas dos trabajan juntas pueden lograr cosas inimaginables. (GF-02_E2)

Pese a que después de la SD los grupos focales desentrañaron la imbricación de la ciencia y la tecnología que fundamenta la tecnociencia, en algunos apartados los estudiantes dan a entender que la tecnología es una consecuencia de la ciencia. Así, le relegan el carácter de aplicación.

A nivel sociológico, se manifiesta más explícitamente la influencia de la sociedad en la CyT, al indicar que ciencia y tecnología suceden de acuerdo con las necesidades de la sociedad: “realizadas sobre cualquier cosa de interés para las personas” (GF-o2_E1), pues cada una “en el transcurso del tiempo ha evolucionado y cada vez se va acoplando a la necesidad del ser humano, [ya que] buscan el progreso integral [...] con la finalidad de satisfacer una necesidad básica” (GF-o2_E1). Sin embargo, no se nota ningún otro componente que evidencie la influencia de la ciencia en la tecnología.

En cuanto a la influencia de la CyT en la sociedad, se mantiene la concepción de la utilidad para el ser humano, predominando una visión utilitaria. Los estudiantes incorporan la CyT en procesos cotidianos como la salud y las telecomunicaciones, lo que lleva a ver su influencia directa en la calidad de vida. Este escenario es ideal para propiciar la alfabetización tecnocientífica. Si los estudiantes abordan la tecnociencia en referencia a procesos que les son familiares podrían distinguir los aportes que esta hace en todos los campos de la vida del ser humano, para el crecimiento económico, social y cultural, y no solo verla como una fuente de bienestar.

Por último, se percibe también la idea según la cual se resaltan las consecuencias sociales de los avances científicos y tecnológicos: “cada cosa, si no se utiliza bien, puede causar daños graves a la persona [...], hasta la contaminación del planeta, lo cual se puede mitigar teniendo el uso adecuado” (GF-o2_E2). En estos dos aspectos, los medios de comunicación podrían tener gran influencia, pues es el camino más cercano de acceso a la información que tienen los estudiantes.

Conclusiones

Los principales resultados encontrados inicialmente permiten resaltar que, a pesar de estar inmersos en un mundo tecnocientífico, no existe mucha familiaridad con estas cuestiones. De allí que, en términos generales, los hallazgos resaltan las

siguientes ideas fuerza: a) la ciencia y la tecnología hacen parte de nuestra vida y nos generan muchos beneficios; b) las necesidades de la sociedad contribuyen al desarrollo de la ciencia y la tecnología; c) estas nos facilitan realizar procedimientos, aunque en este punto la mayoría se refirió particularmente a la tecnología; d) nos permiten tener conocimiento del mundo, en referencia solo a la ciencia; e) aunque aportan muchos beneficios, según cómo se las use, pueden afectar significativamente al ser humano y el medio ambiente.

Sobre la base de lo anterior, de la implementación, desarrollo y análisis de la secuencia didáctica (SD) se destacan las siguientes transformaciones:

- El concepto de ciencia fue ampliado. Se asoció con ella, además de los elementos citados en la fase I, el estudio de materiales, leyes, teorías, explicación de fenómenos y comprensión del funcionamiento de las cosas.
- La transformación más relevante quizás fue la ruptura de la dicotomía impuesta en las concepciones a priori a la ciencia y tecnología. Los estudiantes lograron concebir cómo se vinculan y trabajan mancomunadamente en todo lo que nos rodea, razón por la cual se habla de tecnociencia.
- La sociología de la ciencia y la tecnología también fue ampliada. Aunque en la fase preliminar hubo gran asertividad en sus opiniones, a posteriori identificaron que, además de la aprobación o desaprobación que la sociedad hace de la tecnociencia, esta surge a partir de necesidades. Enfatizaron, además, con mayor propiedad y analizando otras perspectivas, el utilitarismo de la CyT y sus repercusiones según el uso que se le dé.

Sin embargo, hubo un aspecto en el que no se presentó mayor evolución, que consistió en concebir que la tecnología solo incluye otro campo de acción,

que son los automatismos. Aunque a posteriori reconocen la imbricación entre ciencia y tecnología, no se logró distinguir de qué forma influye esta en la ciencia y, por ende, continuó la imagen de la tecno-

logía como ciencia aplicada. Tal vez esto se relaciona con la poca evolución que tuvieron en la conceptualización de tecnología y con la falta de identificación del cuerpo de conocimiento de los tecnólogos.

Referencias

- Acevedo, J. y García, A. (2016). Una controversia de la historia de la tecnología para aprender sobre naturaleza de la tecnología: Tesla vs. Edison. La guerra de las corrientes. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 193-209. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1916>
- Acevedo, J. y García-Carmona, A. (2016). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Eureka*, 13(1), 3-19. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i1.02
- Alcaraz-Domínguez, S., Shwartz, Y. y Barajas, M. (2024). SSI-based instruction by secondary school teachers: What really happens in class? *International Journal of Science Education*, 46(18), 1944-1962. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2303779>
- Amezcuca, A. N. (2020). ¿Qué es la tecnociencia? Tecnociencia, poder y entorno. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 20(41), 113-145. <https://doi.org/10.18270/rcfc.v20i41.2784>
- Ausín, T. (2021). ¿Por qué ética para la inteligencia artificial? Lo viejo, lo nuevo y lo espurio. *Sociología y Tecnociencia*, 11(2), 1-16. <https://revistas.uva.es/index.php/sociotecn/article/view/5618/4010>
- Bennáassar, A., Vázquez, A., Manassero, M. y García-Carmona, A. (2010). Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología. Documentos de Trabajo No. 5. OEI. https://andoni.garritz.com/documentos/2013/09_GarritzetalenBennasaretal-PIEARCTSOEI2011.pdf
- Bernal Herrera, P., Cano-Iglesias, M. J., Franco-Mariscal, A. J. y Blanco López, Á. (2023). Impacto de un debate sociocientífico en las habilidades argumentativas y en la toma de decisiones del profesorado de secundaria en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(3), 113-132. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5861>
- Bono, L. y Tenutto, M. (2018). Cultura tecnocientífica y percepción social de las ciencias y tecnologías: investigación y transferencia como aportes para una posible interfase entre la escuela y las políticas públicas. *Anuario Digital de Investigación Educativa*, 1, 458-474. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7015600>
- Cardoso, N. y Morales, E. (2017). Concepciones de tecnología en docentes universitarios de ciencias. *Revista Científica*, 30(3), 195-206. <https://doi.org/10.14483/23448350.12277>
- Deloitte. (2020). Estudio de consumo móvil Colombia 2020. <https://www.passeidireto.com/arquivo/133763876/brochure-consumo-movil-co-latam-2020>

- Echeverría, J. (2010). De la filosofía de la ciencia a la filosofía de la tecnociencia. *Revista Internacional de Filosofía*, 50, 31-41. <https://revistas.um.es/daimon/article/view/147121>
- España Naveira, P., Cruz Lorite, I. M., Cebrián Robles, D., Cabello Garrido, A., España Ramos, E., González García, F. J. y Blanco López, Á. (2023). Enfoque de cartografía de controversias para abordar cuestiones socialmente vivas desde la enseñanza de la ciencia y la tecnología. *Eureka*, 20(3). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3101
- Esteban, S. (2003). La perspectiva histórica de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias. https://reec.uvigo.es/volumenes/volumeno2/REEC_2_3_11.pdf
- Giacomio, R., Repetto, E., Ramallo, M., Altamirano, L., Denegri, G. y Lardit, M. E. (2023). Ni herramientas neutrales ni ciencia aplicada: repensando las nociones de tecnología en estudiantes y docentes. [Ponencia 21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, Buenos Aires, Argentina, 17 al 21 de julio].
- Gul, M. D. y Akcay, H. (2020). Structuring a New Socioscientific Issues (SSI) based instruction model: Impacts on pre-service science teachers' (PSTs) critical thinking skills and dispositions. *International Journal of Research in Education and Science*, 6(1), 141-159. <https://doi.org/10.46328/ijres.v6i1.785>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Inzaurrealde, M., Isi, J. y Garderes, J. (2014). *Telefonía celular*. Facultad de Ingeniería, Universidad de la República Montevideo, Uruguay.
- Jiménez, M., Robles, D. y López, A. (2024). Razonamiento de profesorado de educación primaria en formación inicial sobre la controversia sociocientífica “leche materna versus leche de fórmula”. Influencia de una propuesta formativa. *Eureka* 21(1), 1601-1627. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1601
- Küçükaydin, M. A. (2022). Modeling the relationship between preservice elementary teachers' scientific habits of mind, attitudes towards socio-scientific issues and scientific literacy. *Journal of Science Learning*, 5(2), 353-362. <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i2.36916>
- Leal-Castro, A. (2015). Incidencia de una secuencia didáctica sobre los modelos históricos de la ley de Boyle en las concepciones de Naturaleza de la Ciencia (NdC) en profesores en formación de ciencias. [Tesis de Maestría, Universidad del Tolima]. <https://repository.ut.edu.co/entities/publication/c470e637-a649-40ea-ad58-2453dc2dd85a>
- Levitt, H. M., Motulsky, S. L., Wertz, F. J., Morrow, S. L. y Ponterotto, J. G. (2017). Recommendations for designing and reviewing qualitative research in Psychology: promoting methodological integrity. *Qualitative Psychology*, 4(1), 2-22. <https://doi.org/10.1037/qup0000082>
- López, A. (2023). Sociedad tecnocientífica contemporánea y formación de profesores de ciencias. *Boletín de la AIA-CTS*, 18, 49-52.

- Marradi, A., Archenti, N. y Piovani, J. (2007). *Metodología de las ciencias sociales*. Emecé.
- Martínez, E. (2001). La evolución de la telefonía móvil. *Revista Red*, 1, 1-6.
- Martínez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. *Silogismo*, 8, 1-33.
- Nava, A. (2021). ¿Qué es la tecnociencia? *Revista Colombiana de Filosofía de La Ciencia*, 20(41), 113-145. <https://doi.org/10.18270/rcfc.v20i41.2784>
- Osorio-García, M. (2022). ¿Qué se investiga sobre la tecnociencia en Iberoamérica? *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 65, 4-6. <https://doi.org/10.33255/3365/1142>
- Punch, K. (2013). *Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches*. SAGE.
- Rodríguez, R., Hidalgo, L. y Escalona, L. (2010). Telefonía móvil celular: origen, evolución, perspectivas. *Ciencias Holguín*, 11(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181517913002>
- Ruiz Bueno, A. (2021). El contenido y su análisis: enfoque y proceso. <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/179232>
- Sibic, O. y Topcu, M. S. (2020). Pre-service science teachers' views towards socio-scientific issues and socio-scientific issue-based instruction. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 6(4), 268-281. <https://doi.org/10.21891/jeseh.749847>
- Siso, Z., Sánchez, I. y Cuéllar, L. (2019). Una experiencia de aprendizaje en formación continua de profesores de química fundamentada en la naturaleza de la ciencia y la tecnología. *Góndola*, 14(2), 229-252. <https://doi.org/10.14483/23464712.13441>
- Siso, Z. y Cuéllar, L. (2017). Relaciones entre las concepciones de naturaleza de la ciencia y la tecnología, y de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de profesores de química en ejercicio. Una primera aproximación al esquema conceptual del profesor. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 41, 17-36. <https://doi.org/10.17227/01203916.6030>
- Vargas, E. (2020). La educación tecnocientífica en América Latina: una precondition en las clases sociales. *Aula*, 66(1), 21-28. <https://doi.org/10.33413%2Faulahcs.2020.66i1.124>
- Vázquez, A. (2012). Un proyecto innovador para enseñar, aprender y evaluar sobre naturaleza de la ciencia y tecnología. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9, 1-24.