



Incidencia de una secuencia didáctica en las concepciones de naturaleza de la tecnociencia de estudiantes de educación media en el municipio de Rovira (Tolima) en Colombia

Incidence of a didactic sequence in the conceptions of the nature of technoscience of high school students in the municipality of Rovira (Tolima) in Colombia

Incidência de uma sequência didática nas concepções da natureza da tecnociência de alunos do ensino médio no município de Rovira (Tolima) na Colômbia

Alejandro Leal Castro¹
Milena Gutiérrez Lombo²

Resumen

Este trabajo investiga la incidencia de una secuencia didáctica (SD) en la forma de pensar, actuar y comunicar sobre la Naturaleza de la Tecnociencia (NdTC) en estudiantes de Educación Media que cursan Grado 10° en un municipio del Tolima. Se analizan las concepciones previas, se implementa una SD sobre telefonía móvil y se identifican las concepciones posteriores. Se utiliza un enfoque de tipo cualitativo con el método de análisis de contenido, basado en cuestionarios, producciones textuales y representaciones icónicas. Los resultados muestran una evolución significativa en las concepciones de los estudiantes, especialmente en la dimensión de correspondencia. Aunque persiste una visión unidireccional de la relación Ciencia-Tecnología, se observan avances en la forma en que los estudiantes piensan, actúan y comunican sobre la NdTC, lo que indica un progreso en su alfabetización tecnocientífica.

Palabras clave

Alfabetización Tecnocientífica, Concepciones de Naturaleza de la Tecnociencia (NdTC), Telefonía móvil.

¹ Universidad del Valle. Correo: alejoleal@unicauca.edu.co

² Universidad del Valle. Correo: milenagutierrez@gmail.com



Abstract

This work investigates the incidence of a didactic sequence (SD) in the way of thinking, acting and communicating of high school students about the Nature of Technoscience (NdTC) in Secondary Education students who are in Grade 10 in a municipality of Tolima. Previous conceptions are analyzed, a SD on mobile telephony is implemented and later conceptions are identified. A qualitative approach is used with the content analysis method, based on questionnaires, textual productions and iconic representations. The results show a significant evolution in the students' conceptions, mainly in the correspondence dimension. Although a unidirectional vision of the Science-Technology relationship persists, there are advances in the way students think, act, and communicate about LondC, indicating advances in their techno-scientific literacy.

Keywords

Techno-scientific literacy, Conceptions of the Nature of Technoscience (NdTC), Mobile telephony.

Resumo

Este trabalho investiga a incidência de uma sequência didática (SD) no modo de pensar, agir e comunicar de alunos do ensino médio sobre a Natureza da Tecnociência (NdTC) em alunos do ensino médio que estão na 10ª série em um município de Tolima. Analisam-se concepções anteriores, implementa-se um SD sobre telefonia móvel e identificam-se concepções posteriores. Utiliza-se uma abordagem qualitativa com o método de análise de conteúdo, com base em questionários, produções textuais e representações icônicas. Os resultados mostram uma evolução significativa nas concepções dos alunos, principalmente na dimensão da correspondência. Embora persista uma visão unidirecional da relação Ciência-Tecnologia, há avanços na forma como os alunos pensam, agem e se comunicam sobre LondC, indicando avanços em sua alfabetização tecnocientífica.

Palavras chave

Alfabetização tecnocientífica, Concepções da Natureza da Tecnociência (NdTC), Telefonia Móvel.



Introducción

La Tecnociencia es el sustento de la sociedad contemporánea. Vivimos en un mundo que evoluciona tan aceleradamente que ya podemos ver carros que se manejan solos y robots cazadores de vida que viajan a otros planetas. Su campo de acción es tan amplio que toca absolutamente todos los ámbitos de nuestra vida influyendo de forma directa en el desarrollo sostenible y sustentable del planeta Tierra e incluso, podría decirse, del universo.

Por décadas, desde acontecimientos como las Bombas de Hiroshima y Nagasaki, se ha subrayado la profunda vinculación de la Ciencia y la Tecnología (CyT). Latour (1992) llamó a esta estrecha relación Tecnociencia y en adelante ha recibido múltiples denominaciones como Big Science, o E-Science, pero todas convergen en la nueva forma de hacer Ciencia. Las convenciones I+D+i (Investigación+Desarrollo+innovación) ponen de manifiesto el pilar de la Tecnociencia: la innovación, donde se utiliza el conocimiento como medio para generar desarrollo tecnológico. En este contexto, la educación juega un papel crucial en la alfabetización tecnocientífica de los ciudadanos, con el objetivo de democratizar el uso y comprensión de la tecnología en la sociedad.

Dada su relevancia e implicaciones en estos campos, se requiere, como dice Vargas (2020), una reorientación de los procesos educacionales. Organizaciones como la OEI y la UNESCO promueven la investigación y cooperación académica en este tema, reconociendo la importancia estratégica de la enseñanza de la ciencia y la tecnología para el desarrollo de un país.

Proyectos como PIECEART (Proyecto Iberoamericano de Evaluación de actitudes relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad) y EANCYT (Enseñanza y Aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología) han enfocado sus esfuerzos en comprender las opiniones y concepciones acerca de la NdTC. Estos estudios revelan la necesidad de prestar atención a estas concepciones, ya que a menudo son inadecuadas y difíciles de cambiar. Es fundamental tener concepciones adecuadas de la NdTC para formar ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos económicos y sociales del país.

En este contexto, el presente trabajo de grado se enfoca en analizar la incidencia de una SD (Secuencia Didáctica) en la forma de pensar, actuar y comunicar cuestiones asociadas a la NdTC en estudiantes de educación media. Las conclusiones del estudio reflexionan sobre la



importancia de abordar las concepciones de los estudiantes acerca de la NdTC. Además, se sugieren pautas para la construcción de escenarios que promuevan el desarrollo de las competencias tecnocientíficas de los estudiantes, reconociendo su relevancia tanto para la sociedad como para la calidad educativa de la región.

Metodología

Se emplea un enfoque de investigación cualitativo, bajo el método de estudio de casos. Se seleccionaron grupos específicos de estudiantes para observar sus formas de pensar, actuar y comunicar sobre la NdTC. Se aplicaron instrumentos antes y después de la intervención de la SD, con el fin de analizar las concepciones iniciales y finales de los estudiantes.

La temática de la SD fue seleccionada atendiendo las dimensiones planteadas por Acevedo (2015): motivación, metacognición y desarrollo conceptual. En este sentido, se buscó una cuestión tecnocientífica que fuera muy familiar a la cotidianidad de los estudiantes, que permitiera exponer de forma explícita cuestiones asociadas a la NdTC y que además suscitara espacios de reflexión. Es así como la SD se asocia a la cuestión tecnocientífica titulada Telefonía móvil: más allá de una comunicación sin cable. La SD se estructuró a partir de un híbrido del modelo de las 5E propuestas por Bybee (2006) y el modelo propuesto por Tamayo et al. (2011). Se ejecutó a través de un sitio web diseñado en Sharepoint, con material multimedia y herramientas Web 2.0.

Figura 1. Estructura de la SD para intervenir las concepciones de NdTC

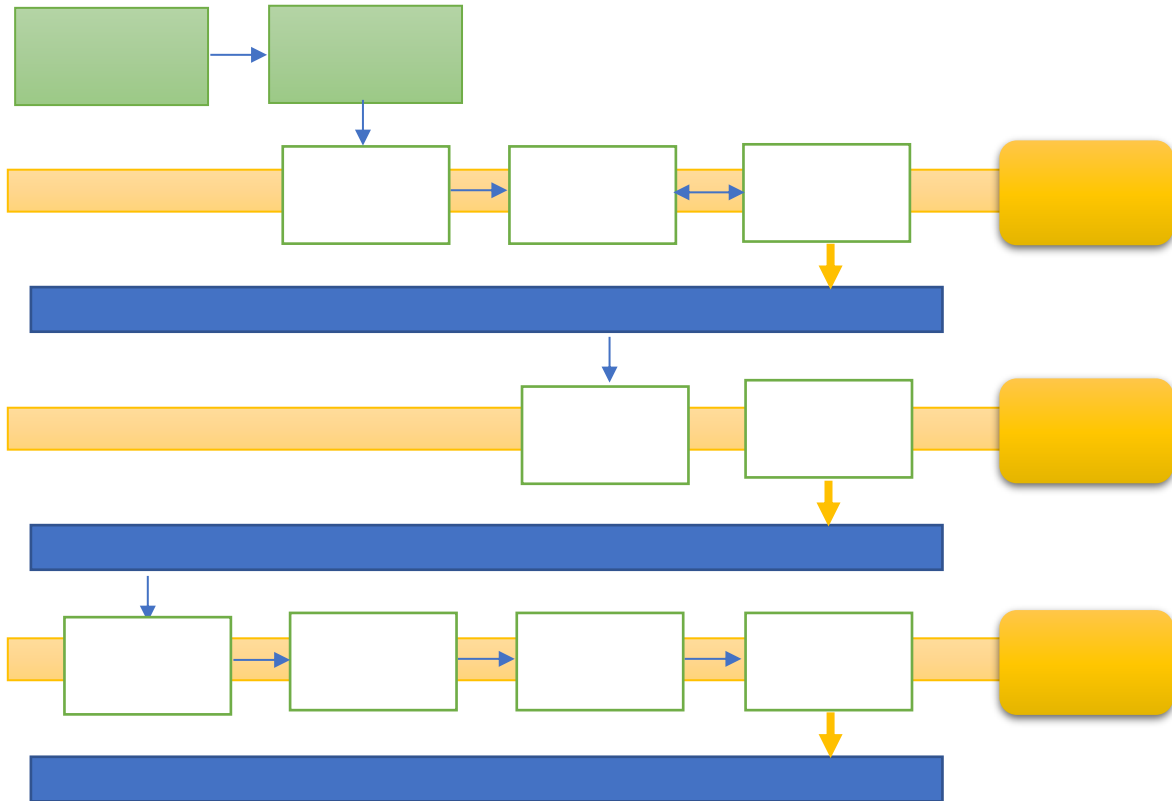


Fuente: Elaboración propia

El diseño metodológico incluyó tres fases principales (Figura 2).



Figura 2. Fases del proceso de investigación.



Fuente: Elaboración propia

En la fase I, se indagaron las concepciones iniciales de los estudiantes. En la fase II, se llevó a cabo la intervención de las concepciones iniciales mediante la ejecución de las etapas dos y tres de la SD. Las sesiones de estas dos etapas partían de una pregunta generadora que los inducía a la temática; de esta manera se motivaba y se esclarecían conocimientos previos. Luego los estudiantes exploraban el funcionamiento de la telefonía móvil apoyados en artículos, situaciones problema reales que suscitaban debates y juegos de roles, visitas virtuales a subestaciones de telefonía móvil y material multimedia complementario. Finalmente, en la fase III, los estudiantes realizaron productos como maquetas y animaciones digitales y mediante sus elucidaciones se vislumbraron las concepciones a posteriori.

Para poder abordar las concepciones de los estudiantes, se seleccionan los siguientes instrumentos:



Tabla 1. Tipo de Instrumentos que se aplican.

FAS E	PREFIJ O	INSTRUMENTO	FUENTE
I	ICL	Cuestionario cerrado con escala tipo Likert	Estudiantes
	ICA	Cuestionarios abiertos	participantes
III	IGF	Grupos focales	

Fuente: Elaboración propia

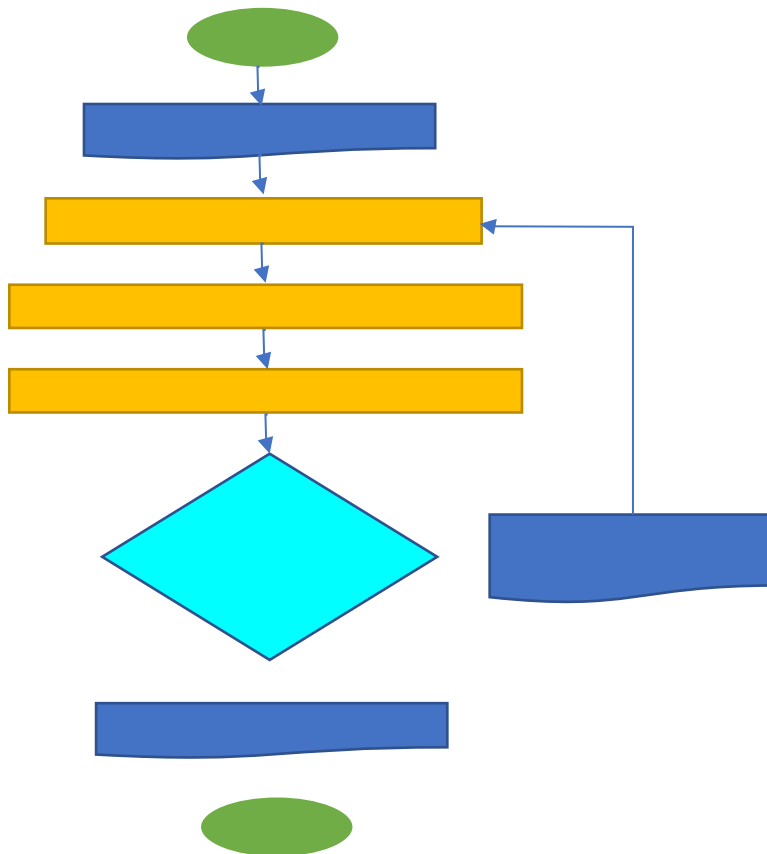
El cuestionario cerrado con escala tipo Likert (ICL) se basa en el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) del cual se abordaron 11 cuestiones de opción múltiple, asociadas a los objetivos planteados. Cada pregunta se califica en una escala del 1 al 9 según el grado de acuerdo o desacuerdo. Para complementar el diagnóstico inicial, se utilizan cuestionarios abiertos (ICA) que incluyen preguntas abiertas, representaciones icónicas y documentos redactados por los estudiantes, que permiten obtener detalles adicionales sobre las concepciones y las razones que los participantes tienen. En la fase III, se emplean grupos focales (IGF) para conocer el consenso de ideas, actuaciones y comunicaciones de los estudiantes a nivel grupal. Se utilizan técnicas como el debate dirigido y grupo de discusión en pequeños grupos. Posteriormente, se lleva a cabo una mesa redonda donde se exponen los resultados del trabajo realizado por los grupos.

Los instrumentos utilizados se diseñaron siguiendo parámetros y recomendaciones de López y Sandoval, (s.f.) buscando promover el desarrollo del pensamiento crítico y competencias de alfabetización tecnocientífica en los participantes. El proceso de validación se evidencia en el algoritmo de la Figura 3 y el análisis de los resultados se realiza a partir del sistema categorial que se presenta en la Tabla 2.

Resultados

Los resultados se presentan en consonancia a las fases I y III del presente estudio, y cada una se estructura de acuerdo al sistema categorial planteado en la metodología. En la Figura 4 se presentan algunas de las elaboraciones de los estudiantes en la Fase I, donde se plantearon preguntas asociadas al evento de Tomorrowland el cual les es muy llamativo y explicaciones escritas y verbales de aplicaciones de uso frecuente entre ellos como SHAREit.

Figura 3. Proceso de validación de instrumentos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Sistema Categorial de la investigación.

ASPECTO	DIMENSIÓN	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
EPISTEMOLÓGICO	Demarcación y correspondencia	Ciencia y Tecnología	Ciencia
			Tecnología
			Interdependencia
SOCIAL		Influencia de la sociedad en la CyT	Influencia general

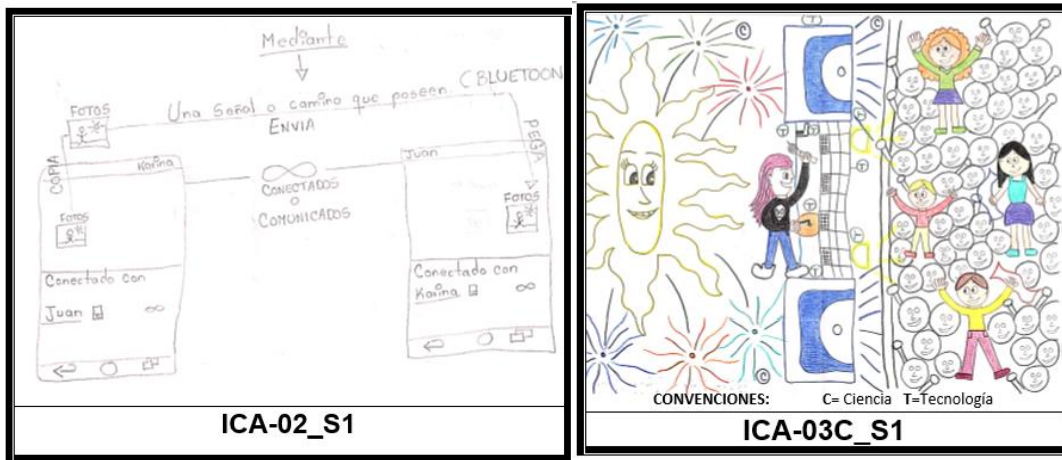


Revista Bio-grafia. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

Sociología Influencia de la CyT Influencia general
 externa de la en la sociedad
 CyT

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Muestra de elaboraciones de los estudiantes durante la ejecución de la FASE I

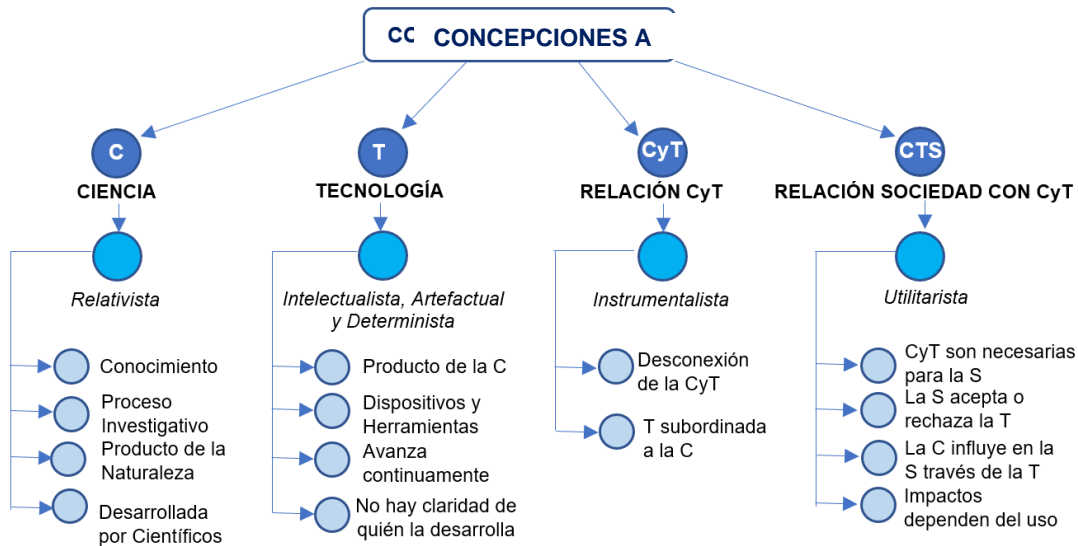


Fuente: Estudiantes participantes

Es importante reconocer que no se puede determinar la falta absoluta de conocimientos en los estudiantes, sino que los conocimientos deben evaluarse en relación con su nivel de desarrollo. Las respuestas de los estudiantes reflejan un discurso construido a partir de sus conocimientos previos, que representan las perspectivas y los conocimientos adquiridos sobre las NdTC. En los resultados de la fase I, se observa que estos conocimientos previos a veces pueden ser inconscientes, pero se expresan en un lenguaje específico para satisfacer la necesidad de comunicación de manera adecuada. Además, se percibe una facilidad de los estudiantes para explicar procesos a través de gráficos, y mayor dificultad para hacerlo de forma verbal. Los hallazgos se resumen en las Figuras 5 y 6.

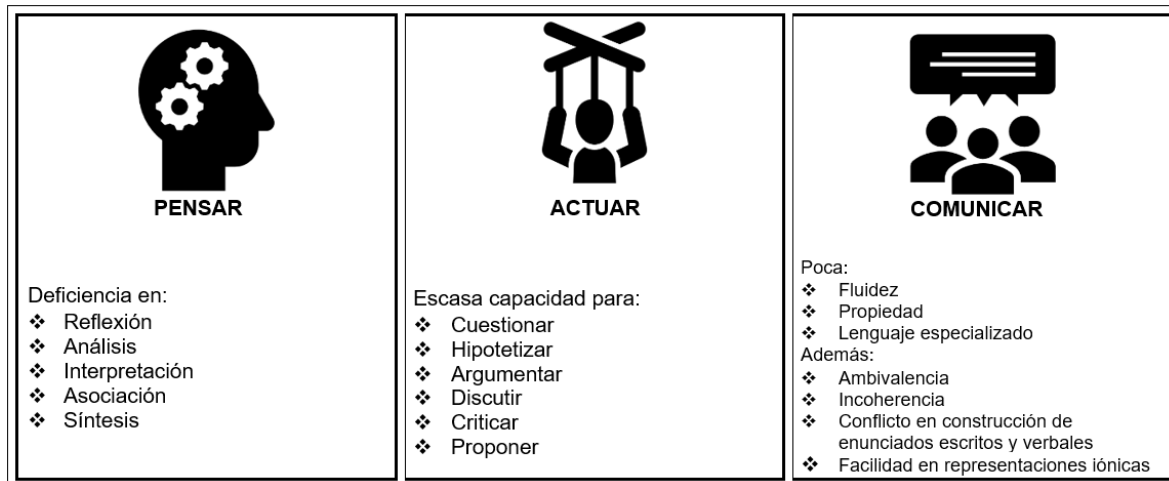


Figura 5. Concepciones a priori encontradas acerca de la Epistemología y Sociología externa de la NdTC



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Formas a priori de pensar, actuar y comunicar cuestiones asociadas a la NdTC.



Fuente: Elaboración propia

En la fase inicial del estudio, se encontró que los estudiantes tienen una visión sistemática de la Ciencia, considerándola erudita y aislada, desarrollada por científicos especializados. En cuanto a la Tecnología, la asocian con dispositivos electrónicos y maquinaria, sin diferenciarla claramente de la Técnica. Establecen una dicotomía entre CyT, donde la primera se relaciona con la naturaleza y la segunda con lo artificial creado por el ser humano.



Reconocen que Ciencia contribuye al conocimiento y Tecnología facilita procesos, pero tienen ciertas inconsistencias en su demarcación.

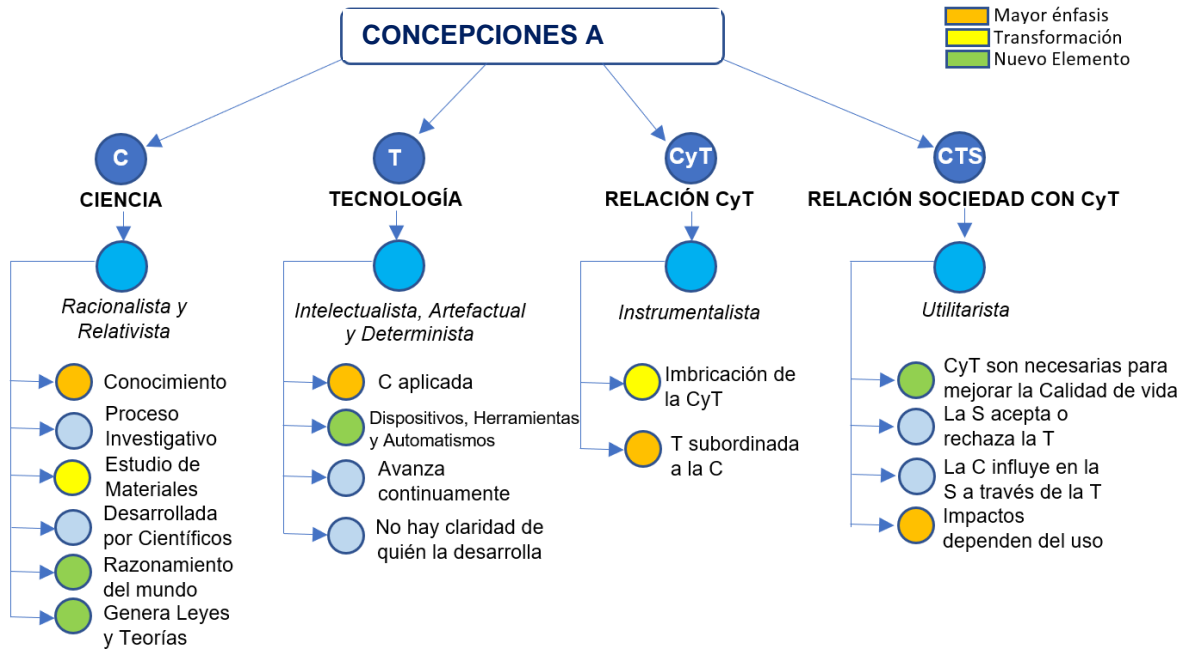
A partir de esto se generan entonces los siguientes interrogantes: Si los estudiantes tienen contacto permanente con la Tecnología ¿por qué se les dificulta diferenciarla de la técnica? y aún más relevante ¿por qué no logran evidenciar la imbricación de la CyT? Presuntamente el sólo contacto no es suficiente, como afirma Bono & Tenutto (2018), se enmarca la necesidad de 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.

Además, se vislumbra una de las posibles causas que podrían conllevar a un ámbito en el que las concepciones de la NdTC no sean muy adecuadas. La capacidad reflexiva y de indagación son fundamentales en este campo y fueron en las que se encontraron falencias cuando los estudiantes intentaban explicar el funcionamiento de cosas y dispositivos que usan en la cotidianidad. Si se logra que los estudiantes tengan conciencia del funcionamiento de todo lo que nos rodea, generará un impacto trascendental, ya que les ayuda a edificar explicaciones de la realidad y esto a su vez les permite convivir, adaptarse a ella y mejorarla.

Una vez se desarrolló la etapa preliminar de la SD, se prosiguió con las otras etapas, finalizando con la etapa de Elaboración y Evaluación, en la que se conoce cómo influye la SD, en las concepciones acerca de la NdTC que se encontraron previamente. La síntesis de los resultados obtenidos se muestra en las Figuras 7 y 8.

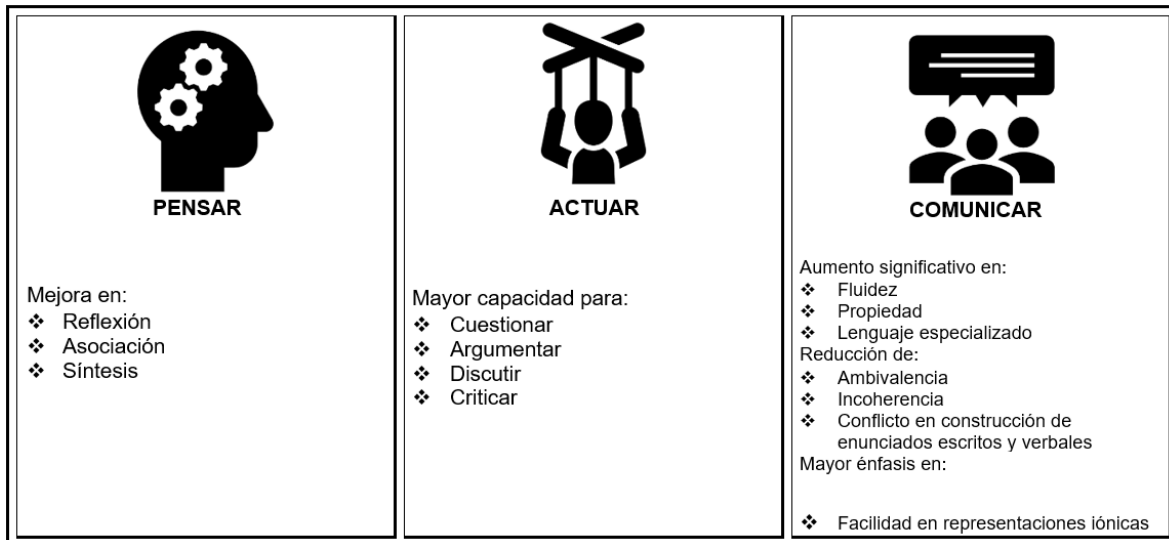


Figura 7. Panorama de concepciones a posteriori encontradas acerca de la Epistemología y Sociología externa de la NdTC.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Formas a posteriori de pensar, actuar y comunicar cuestiones asociadas a la NdTC



Fuente: Elaboración propia

En la elaboración de los productos fomentados por los instrumentos de la fase III, se notó entusiasmo y demostraron suficiencia en sus discursos y elaboraciones sobre los contenidos



teóricos abordados a lo largo de la SD; como el espectro electromagnético, reflexión, refracción y elementos que intervienen en la comunicación móvil, por mencionar algunos. En la figura 9 se evidencian algunos de estos productos. Por lo anterior se infiere que los estudiantes son muy dados al “hacer”. Esto es algo que se puede aprovechar para desmitificar la idea que evidenciaron en sus concepciones a priori, en donde veían la Tecnociencia como algo de élite muy alejado del común de la sociedad. Además, se corrobora lo encontrado en la fase I; los estudiantes son muy asertivos en dar detalles y replicar la imagen que tienen en su pensamiento a través de representaciones gráficas.

Figura 9. Maqueta y Animación digital sobre el funcionamiento de la Telefonía móvil desarrollada por los grupos focales



Fuente: Estudiantes participantes

Las transformaciones más significativas fueron las siguientes:

- Ampliación del concepto de ciencia, incluyendo elementos como el estudio de materiales, leyes, teorías, explicación de fenómenos y comprensión del funcionamiento de las cosas.
- Ruptura de la dicotomía entre CyT, comprendiendo la interrelación y el trabajo conjunto de ambas en nuestro entorno, lo que se conoce como Tecnociencia.
- Ampliación de la sociología de la CyT, reconociendo que la aprobación o desaprobación de la sociedad hacia la Tecnociencia surge a partir de necesidades. Se enfatizó el utilitarismo de la CyT y sus repercusiones según su uso.

Conclusiones

La Tecnociencia, como ente omnipresente en la cotidianeidad de todos los seres humanos, implica transformación en todos los campos de la sociedad. De la comprensión que se tenga



de la NdTC depende que no sólo se produzca conocimiento, sino que también se pueda difundir y popularizar en aras de generar transformaciones.

El estudio revela que los estudiantes tienen concepciones incipientes sobre la epistemología y sociología de la NdTC. Muestran un desconocimiento de la interrelación entre CyT, así como dificultades en la comunicación y comprensión de la NdTC. Sin embargo, muestran reflexión sobre los impactos sociales y reconocen el papel de la sociedad en el desarrollo tecnocientífico.

En la fase II, se observaron matices significativos. El contenido abordado generó expectativa debido a su relevancia en la vida cotidiana. La utilización de las TIC en el desarrollo de la actividad resultó atractiva y entusiasmó a los estudiantes. En términos del impacto, se concluye que la actividad influyó positivamente en las concepciones de los estudiantes y en su comprensión del tema estudiado. Se observó una evolución homogénea, especialmente en las concepciones epistemológicas, que mostraron menos confusiones en comparación con las concepciones iniciales. Esto sugiere que el nivel de conocimiento de la epistemología de la NdTC está relacionado directamente con la formación de concepciones adecuadas.

Sin embargo, no se observaron cambios significativos en el concepto de Tecnología. Aunque reconocieron la imbricación entre CyT, no lograron comprender cómo influye la Tecnología en la Ciencia y mantuvieron la concepción de "Ciencia Aplicada". Esto puede estar relacionado con la falta de evolución en la conceptualización de la Tecnología y la falta de reconocimiento del cuerpo de conocimientos de los tecnólogos.

Este aspecto conlleva un desafío importante. La concepción arraigada de que la Tecnología es Ciencia aplicada es difícil de cambiar en términos de la epistemología de la NdTC. Es necesario enfatizar explícitamente la amplitud y el alcance de la Tecnología, así como su relación con la Ciencia. Si se logra esto, y considerando la evolución observada en otros aspectos, es posible que las concepciones sobre la NdTC evolucionen hacia un enfoque más adecuado.

Tras la intervención, se evidenció un progreso en los discursos, actitudes y cuestionamientos de los estudiantes. Se establece una proporcionalidad entre las concepciones y las formas de pensar, actuar y comunicar de los estudiantes. Es importante promover la reflexión, comprensión e indagación sobre la NdTC para fomentar la alfabetización tecnocientífica. Esto implica trabajar en actividades que vinculen la enseñanza, comprensión y divulgación



de la NdTC, y que motiven a los estudiantes a cuestionarse, reflexionar e investigar de forma permanente.

Las condiciones socioeconómicas de los estudiantes también influyen en su acceso a la información y a las oportunidades educativas. La desigualdad socioeconómica puede limitar el acceso a fuentes de información y disminuir el número de estudiantes interesados en carreras relacionadas con la Tecnociencia, lo que afecta el componente I+D+i y genera rezagos en la sociedad.

Una educación que promueva la enseñanza de la NdTC se convierte en un instrumento estratégico para el desarrollo sostenible de una región. Contribuye a la construcción económica, social, política, ambiental y cultural, generando oportunidades que mejoran la calidad de vida, el empleo y la economía. Además, promueve la conservación de los recursos naturales y eleva el nivel educativo y cultural del país.

Referencias

Acevedo, J. (2010). ¿Qué puede aportar la historia de la tecnología a la educación CTS? *Praxis Pedagógica*, 10(11), 32-39

Acevedo, J. & García-Carmona, 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.

Albornoz, M. (2003). Reseña de "Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty" de Helga Nowotny, Peter Scott y Michael Gibbons. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 1(1), 225-230.

Callejas, M., Vega, A., & Vázquez, A. (2015). La experiencia de formación de una profesora colaboradora del proyecto EANCYT al aplicar la secuencia de enseñanza aprendizaje "predecir el clima" a estudiantes de educación básica. *Interacciones*, 34 (1), 140-155.

Cardoso, N. (2013). *Concepciones de la Naturaleza de la Ciencia y de las relaciones Ciencia, tecnología y sociedad*. Ibagué. Colombia: Universidad del Tolima.



Castaño, R. (2013). Ciencia, tecnología y tecnociencia. Una propuesta para su enseñanza desde CTS. Vínculos, 10 (2), 471-486.

Chalmers, A., Villate, J., Máñez, P., & Sedeño, E. (2000). ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? México, España, Argentina y Colombia: Siglo XXI Editores.

Iguacel, S., & Mainou, S. (2020). Investigaciones sobre concepciones de aprendizaje en estudiantes de educación superior en los contextos español e hispanoamericano. Una revisión sistemática. Calidad De Vida Y Salud, 13, 83-99.

Leal, A. (2011). Caracterización de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los estudiantes del programa Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Tolima. Revista Perspectivas Educativas, 4, 221-239.

López, N., & Sandoval, I. (s.f.). Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa. Sistema de Universidad Virtual: Universidad de Guadalajara. Recuperado de: http://recursos.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/20050101/1103/1/Metodos_y_tecnicas_de_investigacion_cuantitativa_y_cualitativa.pdf

Medina, M. (2011). De la Ciencia Moderna a la Tecnociencia en Acción. Recuperado de <http://www.c3si.org/invescit/publicaciones/DelaCMaTC.pdf>.

Medina, M. (2003). La cultura de la tecnociencia. Nuevas tecnologías y cultura. México: Anthropos.

Quintanilla, M. (2017). Tecnología: Un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología. Fondo de Cultura Económica.

Tovar, J., & García, G. (2018). Epistemología de la tecnología y sus implicaciones didácticas: estudio de concepciones de estudiantes de ingenierías. Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad. 5 (1), 143-155.

Vázquez, A., & Manassero, M. (2017). An Alternative Conceptualization of the Nature of Science for Science and Technology Education. Conexão Ci. 12 (02): 18-24.



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

Vázquez, A., Manassero, M. (2019). Un modelo conceptual y taxonómico para estructurar el campo ciencia-tecnología-sociedad (o naturaleza de la ciencia y tecnología, o como se llame). *Indagatio Didáctica*. 11 (02): 121-139.

Ziman, J. (2003). *¿Qué es la Ciencia?*. Ediciones AKAL.