

# Habilidades y actitudes para la comprensión de la ciencia y la tecnología en estudiantes de Física de la educación secundaria

## Skills and attitudes for understanding science and technology in Physics students in secondary education

**Marcelo Augusto Salica; Alida Marina Abad**

Universidad Nacional del Comahue, Argentina

E-mail: marcelo.salica@face.uncoma.edu.ar; marinali2005@gmail.com

### Resumen

Los problemas del siglo XXI vinculados a la ciencia y la tecnología demandan al estudiantado promover un conjunto de habilidades y actitudes. Esto exige acercar las principales corrientes de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y la tecnología como son los enfoques: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), y Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS). En esta investigación mixta, basada en un estudio de caso, se evalúan los efectos de dicha articulación en las actitudes y el desarrollo de las habilidades para la resolución de problemas de ciencia y tecnología. Se elaboró una secuencia de enseñanza-aprendizaje aplicada en estudiantes de 4to año de la educación secundaria, caracterizada en el diseño de prototipos con piezas de encastre y la medición de parámetros en tiempo real con una interfaz inalámbrica. Los datos se obtuvieron con entrevistas y un cuestionario con repetición de medidas. Los resultados muestran mejoras significativas en las actitudes y el desarrollo de las habilidades para la gestión del aprendizaje.

Palabras clave: actitudes; habilidades; educación; Ciencia; Tecnología; Ingeniería y Matemáticas; Sociedad; tecnologías del aprendizaje y conocimiento.

### Abstract

The problems of the 21st century linked to science and technology require students to promote a set of skills and attitudes. This requires bringing together the main currents of science and technology teaching and learning, such as Science, Technology, Engineering and Mathematics, and Science, Technology, Society approaches. In this mixed research based on a case study, the effects of such articulation on the attitudes and the development of skills for solving science and technology problems are evaluated. A teaching-learning sequence applied to students in 4th year of secondary education was designed; it was characterized in the design of prototypes with insert pieces and the measurement of parameters in real time with a wireless interface. Data were obtained through interviews and a questionnaire with repeated measures. The results show a significant improvement in the attitudes and in the development of learning management skills.

Key words: attitudes; abilities; Science; Technology; Engineering and Mathematics; Science; Technology; Society education; learning and knowledge technologies.

Fecha de recepción: Junio 2019 • Aceptado: Diciembre 2019

SALICA, M. Y ABAD, A. (2020). Habilidades y actitudes para la comprensión de la ciencia y la tecnología en estudiantes de Física de la educación secundaria *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 21 (11), pp. 33-51.

## Introducción

En este trabajo se pretende analizar la conveniencia de superar las fronteras entre lo fáctico y lo axiológico para la integración de las TIC, por medio de dos importantes variables: las actitudes y las habilidades organizativas. Estas se establecen como condiciones del aprendizaje sobre Ciencia y Tecnología (CyT), mediante el diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA). Para esto, se postula la necesidad de tender puentes entre dos tradiciones que tienen, en los últimos años, una notable presencia entre los discursos de renovación pedagógica: el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y la llamada educación Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (STEM, por sus siglas en inglés: Science, Technology, Engineering, and Mathematics).

## El contexto de la enseñanza de la ciencia y la tecnológica en la educación secundaria

La educación secundaria común y técnica de la provincia de Neuquén (Argentina) se encuentra en proceso de construcción de su primer diseño curricular. Esto representa un cambio de paradigma importante para el sistema educativo vigente, el cual se ha caracterizado por ser un modelo pedagógico tradicional y fuertemente técnico. Este perfil se debe a la necesidad de formar profesionales para su principal fuente de producción económica, que es la industria hidrocarburífera.

En el marco de este contexto socioeducativo y económico, el modelo de enseñanza y aprendizaje de la institución educativa situada en la ciudad homónima donde se realizó el estudio de caso, no resulta ajena al modelo pedagógico mencionado, donde los contenidos son impartidos de forma mecánica y repetitiva, y desvinculados del desarrollo tecnológico actual. Este escenario educativo entra en crisis con los desafíos del siglo XXI, los cuales traen consigo muchos retos, especialmente a partir de la gran revolución tecnológica que transforma cada vez más muchos aspectos de la vida cotidiana. Sin embargo, el progreso de la CyT no se da de igual manera en todas las sociedades. Por ejemplo, la tradición histórica científica y tecnológica de la Argentina muestra un contraste negativo a partir de una serie de experiencias frustradas y escasos desarrollos genuinos (Buch y Solivérez, 2011). Por ello, la educación secundaria común debe evitar transmitir una imagen distorsionada e idealizada de la naturaleza de la CyT, limitada a una colección de artefactos y procesos técnicos. Su evolución actual demanda la participación activa de diferentes agentes sociales: productores usuarios, interesados, afectados, entre otros. De acuerdo con López Cerezo y Valenti, (1999), esta interacción determina el grado de eficiencia de la CyT en virtud de sus objetivos, que superan los valores meramente técnicos y artefactuales. Por otro lado, el sector científico tecnológico local y nacional constituye uno de los campos de profesionales más demandado en la actualidad y en el futuro inmediato. Estos profesionales deberán desarrollar múltiples habilidades en CyT, tanto cognitivas como axiológicas, como los procesos de metacognición, la participación, el buen desempeño y la incentivación de la creatividad (Chrobak, 2017).

## Fundamentos de la investigación

Los desafíos del contexto científico y tecnológico actual exigen a la educación secundaria promover en sus estudiantes habilidades, conocimientos y actitudes en CyT con el propósito de superar los límites entre lo fáctico y lo axiológico. Con diversas acepciones del término, este acercamiento es lo que se denomina “Educación tecnológica” desde la perspectiva CTS (Buch, 2003; Martín Gordillo,

Osorio y López Cerezo, 2001). En otras líneas de investigación, esta convergencia dio lugar a la denominada Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) que, de acuerdo con Vázquez y Manassero (2013), constituye una metadisciplina ya que incorpora aspectos epistemológicos, históricos, sociológicos y psicológicos presentes tanto en la ciencia como en la tecnología. La relación CyT constituye un conocimiento complejo ya que abarca su origen, su contexto de relevancia social y su inserción curricular en el aula. Esto permite pensar en el problema de la integración de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en general, y en particular, de la física. Distintos estudios internacionales han puesto en evidencia que uno de los factores más relevantes para la integración de las TIC está vinculado con las creencias y perspectivas que tengan los agentes escolares sobre el uso de las TIC en la educación (Area Moreira, Cepeda Romero y García, 2018). Este hecho pone de manifiesto que, en la relación CyT, existe una dimensión fáctica y axiológica que la torna especialmente interesante.

En función de lo anterior, esta investigación parte de la hipótesis de que las habilidades y las actitudes que elaboren los estudiantes dependen de las variaciones en las perspectivas o enfoques pedagógico-didácticos para la enseñanza de la CyT. De acuerdo con Area Moreira (2011), sin una renovación del modelo pedagógico, los efectos del aprendizaje de la CyT son mínimos. Esto permite repensar los fundamentos conceptuales, metodológicos y didácticos de los enfoques pedagógicos actuales para el diseño de una SEA que integre las TIC. Con el propósito de incidir en los aspectos metodológicos para la integración de las TIC en la enseñanza y aprendizaje y superar el modelo instrumentalista, surge el concepto tecnologías del aprendizaje y conocimiento (TAC). Este concepto va más allá de aprender a usar las TIC, y se focaliza en la idea de aprender con la tecnología, promoviendo conocimientos, actitudes y habilidades. Para ello, resulta necesario conocer y explorar los usos didácticos de las TIC para el aprendizaje (Lozano, 2011).

A partir de lo expuesto, esta investigación se fundamenta en la aplicación en una propuesta didáctica que integra el conocimiento sobre ciencia, sobre el uso de las TIC y la tecnología social, entendida esta como forma de organización e interacción del alumnado para implicarse y participar de manera activa en la resolución de problemas en forma progresiva y de conocimiento sobre CyT (Minervino, 2005). Aunque hay diversas variables que influyen en el aprendizaje en diferente medida, estas se ven también afectadas principalmente por la naturaleza organizativa de la práctica de enseñanza.

Para evaluar esta propuesta de enseñanza y aprendizaje, se acude a una definición de actitudes que articulen lo fáctico y lo axiológico. Las actitudes constituyen tendencias o disposiciones psicológicas personales adquiridas, relativamente duraderas, que implican una valoración o evaluación determinada de una persona, suceso o situación, y que determinan una forma de actuar y, en consecuencia, de resolver un problema. Es la valoración afectiva que contiene, a la vez, elementos cognitivos y de conducta y por ello se debe hacer uso de conocimientos, habilidades y valores (Sanabria Tatavite y Callejas Restrepo, 2012; Pozo, 2013; Manassero-Mas, Vázquez-Alonso y Acevedo-Díaz, 2004). De esta manera, la evaluación de las actitudes para la enseñanza de la CyT constituye un indicador importante acerca de la alfabetización científica y tecnológica para comprender la compleja relación CyT. Si bien la idea de alfabetización mencionada despierta una diversidad de posiciones de difícil consenso; en esta investigación, la interacción entre CyT por medio de las TAC adquiere un enfoque más holístico y significativo con auténtica relevancia para el estudiante. “Se apoya tanto en el diseño

científico, como el funcionamiento y operación de las tecnologías científicas (instrumentación), así como en el conocimiento tecnológico, que se sostiene tanto en el conocimiento científico como en el práctico”. (Vázquez Alonso y Manassero Mas, 2013: 631)

Como las actitudes tienen un fuerte componente tácito además del explícito (cargado de valores, afectividad y creencias), para su indagación, se deben tener presentes los aportes provenientes de la psicología socioeducativa de Castorina, Barreiro y Toscano, (2007) y, en el caso particular de la psicología cognitiva de Pozo y Flores (2007), aquellos sobre la enseñanza y aprendizaje del conocimiento científico escolarizado. Dichas perspectivas teóricas comprenden que los componentes sociales, comunicativos y cognitivos del aprendizaje de una disciplina se encuentran condicionados por su componente axiológico, es decir, la dimensión valorativa no técnica de las personas. Estos factores se encuentran asociados a las creencias compartidas del estudiantado provocando un obstáculo epistemológico, es decir, generan limitaciones o impedimentos para la reformulación de las ideas de sentido común durante el proceso de aprendizaje sobre la relación CyT. Estos campos disciplinares reconocen que lo más efectivo consiste en la combinación de metodologías cualitativas y cuantitativas provenientes de diferentes disciplinas.

### **Articulación de los enfoques STEM y CTS**

Con el propósito de vincular lo fáctico y lo axiológico dentro del propio proceso de enseñanza y aprendizaje, y debido a la necesidad de realizar una renovación del modelo pedagógico (Area Moreira, 2011), se abordan en el contexto de la educación secundaria los fundamentos de los siguientes enfoques pedagógicos: STEM y CTS. STEM relaciona la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática desde una perspectiva inter o transdisciplinar. De acuerdo con Bonder, “este enfoque no es una sumatoria de disciplinas, sino un nuevo campo de aprendizaje basado en la articulación de todas ellas. Su propósito fundamental es generar nuevas habilidades y conocimientos que aporten soluciones innovadoras y eficaces” (2017: 6). La corriente CTS también es de índole interdisciplinar basada en los estudios sociales y filosóficos de la CyT y pone el acento en la sensibilidad social e institucional (García Palacios, González Garbarte, López Cerezo, Luján, Martín Gordillo, Osorio y Valdés, 2001).

Con la articulación de estas dos corrientes pedagógicas, se busca una mejor manera de promover la integración de las TIC en el aula, con la pretensión de pensar la relación entre TIC, cognición y apropiación (Rosenberger, 2019). Esta articulación no descuida que toda renovación pedagógica (Area Moreira, 2011) está determinada por las condiciones de aprendizaje establecidas en el diseño de la SEA. Las condiciones quedan restringidas a las variables externas (organización material del aprendizaje) ya que las internas (conocimientos previos, actitudes, habilidades) se vinculan con los procesos de aprendizaje del estudiante (Pozo, 2013). Dado que las condiciones externas pueden ser manipuladas con independencia de los intereses del alumnado, las características de la SEA buscan aproximar las variables (interno - externo) y evaluar su efecto en las actitudes y habilidades.

El éxito de la propuesta de enseñanza y aprendizaje dependerá de las «habilidades y actitudes» que pongan en marcha los estudiantes. Estas dos variables del aprendizaje posibilitarán abordar problemas de resolución progresiva y de conocimiento (Minervino, 2005), con la complejidad que ello significa, incluyendo los aportes de diseño, cálculo y fundamentos científicos y tecnológicos,

propios de la disciplina. En este contexto, la habilidad para resolver problemas de CyT exige el desarrollo de actitudes informadas y un cierto posicionamiento valorativo, dado que ser y saber hacer no se limitan a los valores técnicos. Para ello es necesario tender puentes entre el enfoque STEM y CTS, para generar una renovación pedagógica que integre las TIC y cambiar hacia las TAC para el desarrollo de propuestas de enseñanza y aprendizaje potentes para el siglo XXI. En esta investigación se pretende analizar la conveniencia de articular las dimensiones que separan lo fáctico y lo axiológico con el propósito de complementar estas dos perspectivas de enseñanza para el aprendizaje de la CyT. Para alcanzar esta articulación desde lo metodológico y llevarlo al aula, se toman los aportes de la gamificación, como vehículo para promover un aprendizaje motivador (Frasca, 2011), las prácticas de indagación y diseño (Furman, 2016) y el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico. Esto permite potenciar y articular la aplicación de las TIC y la indagación a través de la lógica del juego con propósitos educativos.

## Objetivos

El objetivo general de esta investigación consiste en analizar la relación entre las actitudes hacia la CyT de un grupo de estudiantes de escuela secundaria, y el desarrollo de las habilidades organizativas propiciadas por medio del diseño e implementación de una SEA que integra aspectos de los enfoques STEM y CTS. Para ello, se plantearon dos objetivos específicos: a) identificar las categorías conceptuales que emergen en un escenario de aprendizaje lúdico utilizando un kit de juegos de encastre con sistema de potencia y un sistema de laboratorio inalámbrico; b) comparar las actitudes --antes del desarrollo de la intervención didáctica y luego de ella-- respecto de la interdependencia entre CyT y de la resolución de problemas.

## Metodología

La metodología de la investigación se basa en un estudio de caso aplicado a un grupo único experimental natural de estudiantes de cuarto año de la asignatura Física y su aplicación a la técnica. La disciplina pertenece a la educación secundaria de la ciudad de Neuquén. La muestra de 25 estudiantes está integrada por 15 mujeres (60%) y 10 varones (40%) con una edad promedio de 16 (Desv. Tip.: ,957). Los instrumentos de investigación utilizados para el presente proyecto consisten en: (1) el diseño y aplicación de una SEA sobre CyT mediante el uso de las TIC; (2) aplicación de un test con repetición de medidas (pretest y postest) para evaluar las actitudes referidas a la «relación CyT», y «la resolución de problemas en CyT»; (3) la entrevista para la autoevaluación-autoregulación metacognitiva.

El test con repetición de medidas pretest y postest se basa en un modelo representacional (Tornimbeni, Pérez y Olaz, 2014), cuyos indicadores permiten establecer relaciones y cantidades, propiamente, entre el conocimiento implícito y explícito (Pozo, 2013), promovidos por el aprendizaje de la SEA. Este modelo posibilita establecer relaciones con los datos cualitativos, basado en el análisis del contenido del test que responden quienes participan antes y después del desarrollo de la SEA. El test se aplica en dos instancias espaciadas temporalmente, con tres meses de separación, coincidentes con el tiempo de desarrollo de la SEA. Como directriz general, los momentos temporales, ambientales y físicos de aplicación son equivalentes. Este protocolo permite evitar los efectos de recuerdo vinculados al contenido del test entre cada aplicación y garantizar la equivalencia de los resultados. El

contenido de la tabla 1 muestra los momentos de intervención didáctica, el número de participantes en la disciplina y la distancia temporal entre cada aplicación del test, de modo que la evaluación exhiba los cambios del aprendizaje y su consolidación en los estudiantes.

Tabla 1: Diseño experimental del proceso metodológico

Grupo	Instrumentos:			
	2	1	2	3
Experimental:				
Estudiantes de secundaria	Pre-test	SEA	Post-test	Entrevista
Número de participantes	$N = 25$		$N = 25$	
Tiempos (orientativos)	$x/03/2018$	→	$x/07/2018$	

Fuente: elaboración propia

### Instrumento 1: secuencia de enseñanza y aprendizaje

La SEA<sup>1</sup> diseñada para promover las habilidades y actitudes en CyT se encuentra organizada de la siguiente manera:

Actividad inicial: contextualización y detección de ideas previas en las que el estudiantado responde de manera individual y sin el uso de fuentes de información acerca de las ideas clave de la actividad de CyT.

Actividad de desarrollo: se inicia con preguntas tales como: ¿qué es la eficiencia en un automóvil? ¿Qué variables físicas determinan la eficiencia de un dispositivo en función de su diseño? ¿Cómo CyT se relacionan para mejorar la eficiencia? Estos interrogantes permiten problematizar la actividad e introducirlos en la idea del diseño elaborando una hipótesis que vincule sus características con los parámetros físicos del dispositivo. Por otro lado, esta instancia de la SEA se subdivide en dos ejes de trabajo didáctico denominados prácticas de diseño y prácticas de indagación (Furman, 2016). Las prácticas de diseño, basadas en estrategias lúdicas, consisten en la exploración de un kit de juegos de encastre y sistema de potencia<sup>2</sup> para el diseño del móvil. Allí los estudiantes indagan, planifican y diseñan alternativas de construcción del móvil; identifican las variables que determinan la configuración automotriz; y resuelven los problemas de diseño mediante pruebas de funcionamiento. La estrategia de diseño se encuentra condicionada por un número de piezas limitadas que componen el kit de armado. En relación con las prácticas de indagación, se utiliza en esta etapa el sistema de laboratorio inalámbrico IOLab<sup>3</sup> para medir y registrar los parámetros físicos del móvil, como distancia, tiempo, velocidad, aceleración, peso y masa. Se realizan varios ensayos para aprender a

1 En el siguiente link se puede acceder al memorial de la experiencia didáctica estudiada: <https://profchelofca.wixsite.com/fisicadidactica>

2 El kit de piezas y sistema de potencia lo diseña el mismo docente-investigador.

3 Sitio web oficial del IOLab: <http://iolab.science/index.html>.

registrar, controlar y analizar las variables físicas, mediante la lectura y análisis de datos gráficos y cálculos fisicomatemáticos. Con toda la información obtenida, el estudiantado redefine el diseño del móvil y propone un reajuste para poner a prueba su hipótesis de diseño. La última fase exige identificar una o más variables físicas, y volver a evaluar sus hipótesis con el IOLab para contrastar sus predicciones iniciales.

Actividad final: integra, supervisa y recupera aprendizajes. En esta fase final, los estudiantes retoman la actividad inicial para autoevaluar sus respuestas metacognitivamente<sup>4</sup>. Esto los lleva a re-contextualizar todo el proceso, enfatizando la visión global de la tarea realizada, y a resignificar el sentido del aprendizaje. Se finaliza la SEA solicitando al estudiantado la elaboración y presentación de informes científico-escolares: la tarea final consiste en recopilar toda la información obtenida y organizarla para comunicar los resultados y conclusiones.

## **Instrumento 2: cuestionario de evaluación de las actitudes**

Para la evaluación de las actitudes, se aplicaron dos cuestionarios extraídos del banco de datos de 100 ítems, denominados cuestionario de opinión ciencia-tecnología-sociedad: COCTS (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2013). Cada cuestionario corresponde a un tema y a subtemas de referencia que representan las distintas dimensiones de las cuestiones CTS. Los temas seleccionados para esta investigación son: tema 1 «Ciencia y Tecnología, subtema: Interdependencia (10411)»; tema 2 «Influencia de Ciencia/Tecnología sobre la Sociedad, subtema: resolución de problemas (40411)». A su vez, cada COCTS se compone de sub-ítems con frases dentro de cada cuestionario ordenado alfabéticamente (A, B, C...), de modo que los participantes valoran siguiendo una escala tipo Likert. El COCTS es un cuestionario de respuesta de opción múltiple que permite a los alumnos participantes expresar sus propios puntos de vista en una amplia gama de temas CTS. Todas tienen el mismo formato: se inicia con una introducción de pocas líneas donde se plantea un problema respecto al cual se desea conocer la actitud del participante, seguido de una lista de frases que ofrecen diferentes justificaciones sobre el tema planteado y, por último, dos opciones fijas que recogen diversas razones para no contestar, como «No entiendo» y «No sé».

Cada una de las frases alternativas fue clasificada por un panel de expertos como adecuada (A), plausible (P) o ingenua (I) según la cual se valoran las respuestas dadas por los participantes con el método de respuesta múltiple (MRM) (Vázquez, Manassero Mas, Acevedo Díaz y Acevedo Romero, 2006). En la tabla 2, se puede conocer el modelo y el contenido de los dos cuestionarios aplicados a la presente investigación.

Una vez que los participantes valoran el grado de acuerdo/desacuerdo en relación con las diferentes justificaciones de cada ítem en una escala del 1 (donde 1 es muy en desacuerdo) al 9 (muy de acuerdo), estas valoraciones se transforman en los índices actitudinales normalizados (comprendido entre el: +1 y -1), utilizando el MRM. En esta escala de valoración, las frases adecuadas se valoran tanto más alto cuanto la puntuación dada por una persona se aproxime al 9, las ingenuas cuanto más cercana esté al 1 y las plausibles (que incluyen aspectos parcialmente adecuados) cuanto más cercana esté al 5 (valor central de la escala).

4 Disponible en la tabla 3.

Los datos se obtienen mediante la administración en papel y lápiz. Los estudiantes participan libremente, como una actividad de autoevaluación dirigida a explorar sus actitudes.

Tabla 2: Contenido de los dos cuestionarios

---

**10411 La ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas entre sí:**

- A. porque la ciencia es la base de los avances tecnológicos, aunque es difícil ver cómo la tecnología podría ayudar a la ciencia.
- B. porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica.
- C. porque aunque son diferentes, actualmente están unidas tan estrechamente que es difícil separarlas.
- D. porque la tecnología es la base de todos los avances científicos, aunque es difícil ver cómo la ciencia puede ayudar a la tecnología.
- E. Ciencia y tecnología son más o menos la misma cosa.

---

**40411 La ciencia y la tecnología son una gran ayuda para resolver problemas sociales como la pobreza, el crimen, el desempleo, la superpoblación, la contaminación o la amenaza de una guerra nuclear.**

- A. La ciencia y la tecnología ciertamente pueden ayudar a resolver esos problemas. Se podrían usar nuevas ideas de la ciencia y nuevos inventos de la tecnología.
- B. La ciencia y la tecnología pueden ayudar a resolver algunos problemas sociales pero no otros.
- C. La ciencia y la tecnología resuelven muchos problemas sociales, pero la ciencia y la tecnología causan muchos de esos problemas.
- D. No es una cuestión de que la ciencia y la tecnología ayuden, sino más bien de como usarlas sabiamente.
- E. Es difícil ver como la ciencia y la tecnología pueden ayudar mucho a resolver esos problemas sociales. Los problemas sociales conciernen a la naturaleza humana; esos problemas no tienen nada que ver con la ciencia y la tecnología.
- F. La ciencia y la tecnología lo único que hacen es empeorar los problemas sociales. Son el precio que pagamos por los avances en ciencia y tecnología.
- G. Depende del tipo de problema que se trate; en unos casos podrá resolverlos y en otros no.

---

Fuente: elaboración propia

### Instrumento 3: entrevista de autoevaluación-autorregulación

Los aspectos cualitativos se evaluaron al finalizar el desarrollo de la SEA utilizando como entrevista el cuestionario de Hugo, Olavegogeoascoechea, Salica, Orlandini, Avila (2014) para promover los procesos de metacognición y autoregulación con el fin hacer explícitas las habilidades promovidas en los estudiantes e identificar las categorías conceptuales:



Tabla 3: Entrevista de autoevaluación-autorregulación

---

**Actividad final: integra, supervisa y recupera aprendizajes**

---

- ¿En qué han cambiado tus ideas iniciales respecto al estudio y descripción del movimiento, y en cuanto a la relación ciencia y tecnología mediante la construcción de un móvil con piezas de encastre? (Antes creía....ahora....)
- ¿Qué aprendiste en este proyecto desde lo conceptual como en cuanto a habilidades y actitudes que hayas desarrollado? ¿De qué, quién o quiénes y cómo aprendiste?
- ¿Qué dificultades se te presentaron durante la marcha? ¿Cómo las resolviste? ¿Qué decisiones importantes tomaste?
- ¿Qué nuevas inquietudes, dudas, preguntas te han surgido durante el desarrollo de la actividad de diseño?
- ¿Cuáles fueron tus contribuciones al trabajo en grupo y áulico (convivencia en el grupo clase) desde lo actitudinal y procedimental?
- ¿Cómo te sentiste en esta propuesta de trabajo durante la tarea escolar y extraescolar (explicitar emociones)? ¿Por qué? ¿Cuándo?

---

Fuente: elaboración propia

### Procedimiento de análisis cuantitativo

Los resultados de las medidas repetidas del COCTS se presentan a partir de los índices actitudinales (IAG) para la caracterización del grupo experimental completo y comparando los efectos pretest y postest.

El análisis de los datos se realizó con el programa informático SPSS®, con ANOVA de medidas repetidas, pruebas de significación “p-value”, aplicando pruebas no paramétricas de Wilcoxon, cálculo de “d” de Cohen para evaluar el tamaño del efecto y “r” de Spearman. Se evalúa el estadístico p-valor para muestras relacionadas y de contraste entre aplicaciones para comparar los IAG antes y después del desarrollo de la SEA, con un nivel de significancia del 0,05 (intervalo de confianza 95%). Los IA de cada frase constituyen indicadores que permiten realizar análisis comparativos exhaustivos, para caracterizar las actitudes entre cuestionarios (frases y categorías) apoyados en indicadores cuantitativos para contrastar hipótesis (Vázquez, Manassero-Mas, Acevedo-Díaz y Acevedo-Romero, 2006).

Las hipótesis de contraste buscan determinar diferencias significativas antes y después de la aplicación de la SEA para el grupo completo de participantes. Por otro lado, el componente axiológico del tratamiento se analiza comparando los resultados de la evaluación con las puntuaciones del pretest y postest. El tamaño del efecto se considera relevante cuando es mayor que 0,30 ( $d > 0,30$ ) y la dirección del efecto de mejora se determina por el signo del estadístico de acuerdo a la dirección predicha (negativo para el pretest y positivo a favor del postest). Debido al caudal y densidad de datos que se obtiene con el COCTS, la determinación del tamaño del efecto permite describir y maximizar

el efecto cualitativo de la SEA en los estudiantes.

### Resultados cuantitativos

En la siguiente sección se realiza la descripción y análisis de los resultados obtenidos a partir de la aplicación del COCTS: 10411 y 40411. Los parámetros descriptivos generales presentados en la tabla 4 exhiben los resultados globales de los IAG media de los dos cuestionarios.

Tabla 4: Estadísticos descriptivos generales pretest y postest

Subtema	COCTS N°:	N	Error Tip de la Media	Media	Desv. típ.	Sig. Bilateral	“d” de Cohen	Tamaño del Efecto
Interdependencia C y T	10411	25	,075	-,580	,377	,614	-2,498	,780
Influencia C y T sobre la Sociedad	40411	25	,079	,312	,399	,000	12,373	,987

Fuente: elaboración propia

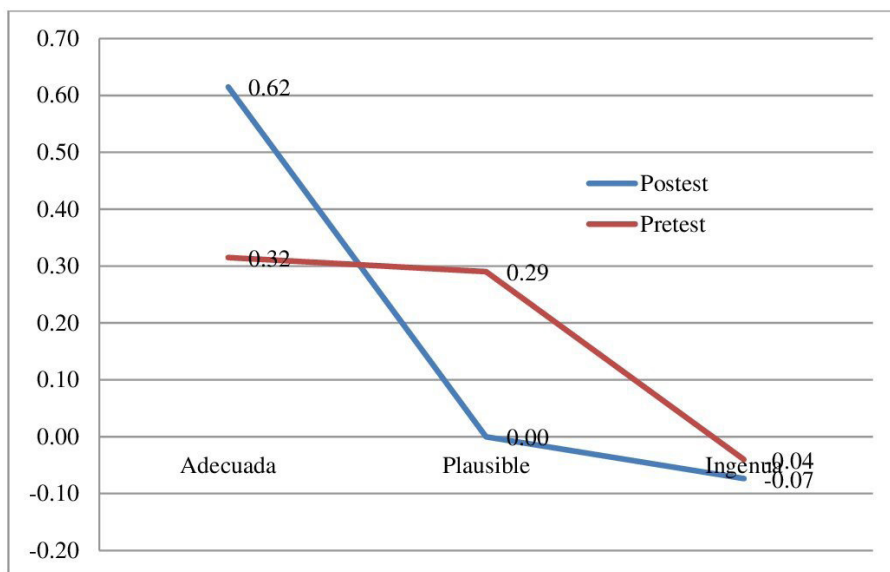
En la tabla 4, la prueba de Wilcoxon permite conocer cuál de los cuestionarios es estadísticamente significativo. Particularmente, se encuentra que el conjunto de datos del COCTS 10411 no es estadísticamente significativo ( $p = 0,614 > \alpha = 0,05$ ). Sin embargo, la prueba no paramétrica del COCTS 40411 muestra diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,000$ ), ambas pruebas realizadas con un 95% de confianza. El tamaño del efecto de los dos COCTS es relevante de acuerdo al criterio de corte, sin embargo, y siguiendo el signo del estadístico “d” de Cohen, el IAG 10411 desmejora en el postest, mientras que el IAG 40411 mejora en el postest. Esta diferencia se analizará a continuación.

### Análisis del cuestionario 10411: interdependencia ciencia y tecnología

Los resultados expuestos en el gráfico 1 (en la página siguiente) muestran los índices actitudinales por categoría de frases (Adecuada: A, Plausible: P e Ingenua: I) antes y después de la aplicación de la SEA en el grupo de estudiantes.

En la tabla 5 se muestran los estadísticos de la prueba de significancia para cada frase y categoría del COCTS 10411. Dentro de este conjunto de datos, el análisis del gráfico 1 en el que se discriminan los índices por tipo de frases permite observar, particularmente, que las frases adecuadas mejoran con una diferencia de (+0,30) puntos, mientras que las categorías plausibles e ingenuas desmejoran. De estas últimas, la categoría plausible presenta el decremento más notable, en una proporción aproximada de -0,29 puntos respecto de las adecuadas. La aplicación de la prueba de Wilcoxon, por cada frase del mismo cuestionario, permite conocer que la única frase con diferencias estadísticamente significativas corresponde al ítem B ( $p < 0,001$ ).

Gráfico 1: Índice actitudinal en relación con la interdependencia ciencia y tecnología



Fuente: elaboración propia

Tabla 5: Estadísticos del p-valor por categoría de cada frase

Frases/Ítem	A	B	C	D	E
Categoría	I	A	A	I	P
Índice Pretest	-,07	,34	,27	-,01	,29
Índice Posttest	-,06	,74	,49	-,08	,00
p-valor	,897	<b>,001</b>	,104	,471	,224

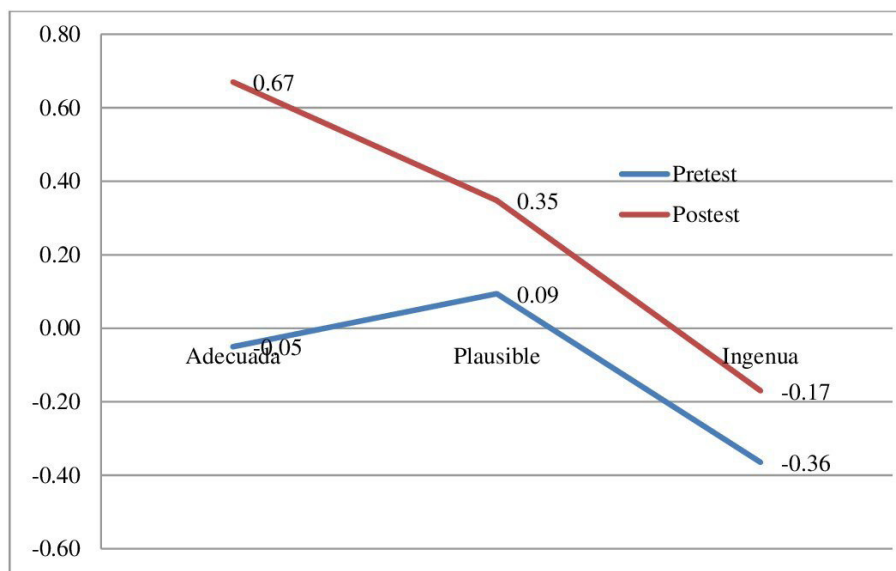
Fuente: elaboración propia

El análisis entre el contenido de los ítems y el resultado del estadístico demuestra que los estudiantes encuentran dificultades para comprender la relación CyT. Este hecho puede explicarse a partir de la doble dimensión que implica dicha relación. Es decir, la relación CyT conlleva identificar los objetivos de la ciencia (comprender el universo y su funcionamiento) y el de las tecnologías (moldear el universo para satisfacer las necesidades humanas). Se diferencian ya que existe un efecto simultáneo de realimentación entre sus campos de conocimiento, esto último es entendido como interdependencia CyT.

## Análisis del cuestionario 40411: resolución de problemas de ciencia y tecnología

En el siguiente gráfico, se representan los resultados del análisis cuantitativo en base a los índices de actitud por cada categoría de frases: adecuadas, plausibles e ingenuas, vinculado a la resolución de problemas en CyT. En este, se observa que las tres categorías de frases mejoran notablemente. Se destaca el índice de la frase adecuada, la misma alcanza un valor elevado (+0,67), próximo al valor máximo (+1).

Gráfico 2: Índice actitudinal para la resolución de problemas en ciencia y tecnología



Fuente: elaboración propia

En los datos de la tabla 6, se encuentran los estadísticos descriptivos obtenidos a partir de los índices actitudinales por frase y categoría con o sin cambios en el COCTS 40411. La prueba de Wilcoxon realizada para cada frase de este cuestionario antes y después de la aplicación de la SEA permite identificar las frases que son estadísticamente significativas. Del conjunto de siete frases, seis son estadísticamente significativas, con la excepción de la frase G. Esta comparación contribuye a comprender y dimensionar la dinámica de los efectos de cambio que se producen como consecuencia de la aplicación de la SEA. La explicación entre los contenidos de cada frase y los resultados obtenidos serán ampliados en la discusión.

Tabla 6: Estadísticos del p-valor por categoría de cada frase

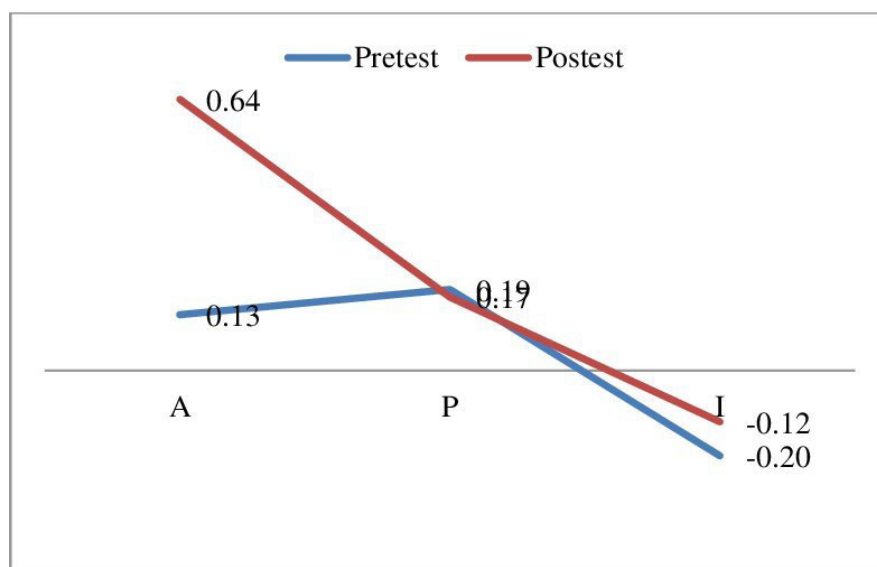
Frases/Ítem	A	B	C	D	E	F	G
Categoría	I	P	P	P	P	A	P
Índice Pretest	-,170	,610	,220	,400	,410	,670	,100
Índice Posttest	-,365	,300	,480	-,100	-,180	-,050	-,030
p-valor	,124	<b>,004</b>	<b>,022</b>	<b>,028</b>	<b>,017</b>	<b>,001</b>	,404

Fuente: elaboración propia

## Comparación de las actitudes sobre ciencia y tecnología, y resolución de problemas

La representación del índice global medio por subtema (interdependencia CyT; resolución de problemas) en el gráfico 3, permite visualizar el sentido del cambio de las actitudes en la muestra completa por cada categoría de frases, al poner en relieve el efecto de la métrica de los índices. Este contraste de índices de cada COCTS revela el efecto de la SEA en la globalidad de las actitudes, promovidos por los participantes como puede observarse en el gráfico indicado. En este se aprecia el cambio positivo de la categoría adecuada e ingenua mientras que, en la categoría plausible, el cambio es prácticamente despreciable a nivel global. Este último resultado pone al descubierto la actitud crítica desarrollada por los estudiantes durante la realización de la SEA, favoreciendo el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico, científico y tecnológico. Es decir, la diferencia entre cada categoría evidencia la reorganización del esquema cognitivo conceptual, articulando los dominios disciplinarios de CyT. En esta reorganización conceptual, el pensamiento crítico actúa como sistema de gestión y supervisión del conocimiento, que permite pasar del dominio disciplinar de CyT a un sistema teórico común, pero de tipo interdisciplinario.

Gráfico 3: Índice actitudinal global cuestionarios 10411 y 40411



Fuente: elaboración propia

## Resultados cualitativos

El estudio cualitativo posibilitó identificar las siguientes cinco subcategorías (en adelante 5G): (1) Gestión del tiempo de concentración y dedicación al trabajo escolar; (2) Grado de satisfacción y contenido escolar; (3) Gestión de la indagación en CyT; (4) Gestión de la frustración ante el cambio de modelo didáctico; y (5) Gestión de las habilidades inter e intrapersonales. Como puede observarse, estas subcategorías constituyen diferentes dimensiones de una categoría más amplia a la que se ha denominado «Gestión del Aprendizaje». A continuación, se presentan las subcategorías identificadas reproduciendo un ejemplo de respuestas textuales, extraídas de los estudiantes y su interpretación respectiva. Los ejemplos citados por categoría son textuales y corresponden a diferentes estudiantes del grupo completo. Los 25 estudiantes respondieron a la totalidad del instrumento 3. El criterio

de selección de cada ejemplo citado se debe a que son ricos y densos en significados y difícilmente reproducibles por su vinculación al contexto y momentos determinados. Además, poseen un carácter polisémico, es decir, muestran y ocultan múltiples significados, generando una frecuencia de subcategorías que reflejan su aparición simultánea en todos los participantes.

### **Gestión del tiempo de concentración y dedicación al trabajo escolar**

- «aprendí que hay que tener un orden en la comunicación y ayudarnos mutuamente, tratando siempre de tener el orden necesario para la concentración máxima, siendo muchas personas para poder realizar adecuadamente el proyecto. Aprendí de mi compañero a ponerle el motor al vehículo colocándoles las ruedas traseras y su forma de armarlo, aprendí observando mientras lo realizaba».

En la presente subcategoría se identifican tres unidades de sentido que la caracterizan: «el orden, la organización y la comunicación». Estas unidades dan cuenta de la capacidad de regular, reconocer y gestionar la tarea escolar del estudiantado para fortalecer su concentración y promover la paciencia, una habilidad que lleva al estudiante a optimizar la dedicación y el esfuerzo y así mantener la constancia ante los contratiempos y desafíos que exigen realizar las actividades de diseño.

### **Grado de satisfacción y contenido escolar**

- «Al principio tenía miedo de este proyecto porque pensé que no podría lograr nada o no entendería el tema, pero después me resultó muy interesante, aunque el tiempo era limitado. Me resultó un poco pesado el trabajo, pero las cosas que aprendí me encantaron, aunque me costó entender algunos temas. Cuando tenía que realizar o buscar los conceptos de fuerza, fue un poco frustrante ya que los conceptos eran muy cortos y difíciles de entender, me llevo un poco de tiempo armar uno que todos mis compañeros entendieran. Pero cuando había terminado, me sentí orgullosa de nuestro grupo, tal vez sea algo mínimo, pero me gustan cuando después de mucho esfuerzo las cosas quedan bien».

En relación con la satisfacción y su vínculo con el aprendizaje de los contenidos escolares, se identifica la dinámica de «las emociones como principio de acción» que permite sacar al estudiante de sus emociones iniciales y promover habilidades de modo que posibilite «construir una idea escolar» del concepto disciplinar que resulte útil para los demás integrantes del grupo de trabajo. Se encuentra en esta categoría la capacidad de gestionar el aprendizaje del contenido disciplinar articulando la emoción y la razón, alcanzando una gran satisfacción por esta.

### **Gestión de la indagación y conocimiento en ciencia y tecnología**

- «Las dudas que me surgieron durante el proyecto son: ¿el peso del vehículo va a afectar la velocidad del mismo al transitar en diferentes terrenos? Si el vehículo funciona con dos tipos de ruedas y luego lo pruebo con las cuatro ruedas iguales ¿Se obtendrán resultados diferentes? Nuestro móvil al tener dos tipos de ruedas diferentes es lento, si le cambiamos el motor por uno más potente, pero no las ruedas ¿Será más rápido?».

La elaboración de preguntas durante el desarrollo de la actividad de CyT constituye una herramienta pedagógica-didáctica que articula la interdependencia entre estos dos campos de conocimiento y promueve el pensamiento crítico al generar alternativas. Este tipo de tratamiento fortalece el desarrollo de habilidades cognitivas en la medida en que contribuye a la gestión del

conocimiento en los estudiantes. El contenido de las preguntas formuladas por los participantes, permite inferir que estas constituyen pautas de desarrollo e interacción con la adquisición y dominio de ciertas dimensiones cognitivas, psicomotoras y afectivas.

### **Gestión de la frustración ante el cambio de modelo didáctico**

- «en el cambio de las tareas también se me presentó una dificultad porque al no necesitar lo que yo iba a realizar tuve que buscar una alternativa que tal vez no era con la que me sentía más cómoda, pero Eva me ayudó con eso».
- «Al principio me pareció una idea divertida de aprender la materia, después me sentí agobiado porque se presentaban muchos problemas y más cosas para hacer. En general me gustó porque fue un trabajo que pude hacer con mis amigos, intercambiando ideas e intentando coincidir en la forma de pensar para tomar ciertas decisiones. También me gustó porque salimos un poco de la rutina habitual».

El cambio del modelo de enseñanza en los estudiantes presenta un comportamiento dual, es decir, resulta divertido y frustrante. Este comportamiento conlleva en los sujetos un cambio de concepción y de actitudes que promueven un proceso de pensamiento reflexivo que, a su vez, les permite afrontar las dificultades y superar el desafío. Esto lo hace receptivo a las nuevas ideas, posibilitando la resolución de los problemas que antes no creían poder hacer, con el fin de tomar decisiones y alcanzar resultados con éxito. El cambio de modelo de enseñanza da lugar a repensar el valor de la dimensión afectiva en los escenarios de aprendizaje socio-instruccionales.

### **Gestión de las habilidades inter e intrapersonales**

- «Aprendí a trabajar en equipo, y pude comprender mejor los conceptos de los que dudaba. Aprendí bastante de Nahir, pase gran parte del trabajo con ella para construir el móvil, aprendí a probar todas las posibilidades para hacer funcionar algo. Enfrente un momento de desesperación por la falta de ideas para construir el móvil, la única manera de resolverlo que se me ocurrió fue recorrer los puestos de los demás grupos solo para ver cómo eran sus móviles, así fue como salí de mi problema y pudimos seguir con la construcción».

Las características de la SEA focalizada en el diseño de un dispositivo con piezas de encastre permite al estudiantado salir de un lugar pasivo y asumir una actitud activa, es decir, «actuar con mente y cuerpo». En esta categoría se encuentra el poder del «pensamiento contrafáctico», que habilita al alumnado a ensayar diferentes posibilidades para resolver un problema, organizar y superar el desafío que se le presenta, tal como señala la alumna cuando decide observar las acciones de los otros grupos en busca de nuevas ideas. De esta manera, se activa un conjunto de habilidades interpersonales e intrapersonales que guían y fortalecen sus acciones para explorar y comprender el complejo entramado de la relación CyT.

### **Discusión e implicancias para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y la tecnología**

La enseñanza de la CyT en el contexto de la educación formal disciplinar representa todo un desafío para el currículum escolar tradicional que implica, en primer lugar, reconocer el cambio de modelo de enseñanza, es decir, pasar de la enseñanza disciplinar «Ciencia o Tecnología» a una enseñanza interdisciplinar «Ciencia y Tecnología». Este cambio demanda poner en acción la compleja

relación entre el conocimiento científico y el tecnológico haciendo evidente la retroalimentación entre estas áreas. Estos dos campos de conocimientos son al mismo tiempo dependientes e independientes, ya que sus límites se tornan cada vez más difusos. Esta particular forma de relación ha sido un núcleo problemático para los expertos desde sus inicios, definir cómo estas se vinculan y se nutren mutuamente (Buch y Solivérez, 2011). Si se parte de estas ideas y se trasladan a las concepciones del estudiantado acerca de la relación CyT, es de esperar que en sus concepciones resulte difuso y conflictivo identificar los límites y relaciones de cada campo de conocimiento. Este conflicto se identifica en los resultados de los índices del COCTS 10411 donde la categoría adecuada mejora significativamente en la idea de la frase B del mismo cuestionario, referido a cómo la investigación científica da sustento a la tecnología y cómo esta última mejora las aplicaciones incrementando la capacidad de investigación científica. Sin embargo, como puede observarse en el gráfico 1, las categorías plausibles e ingenuas desmejoran, siendo las ingenuas menores a las plausibles. A partir de esto último, pueden formularse las siguientes conjeturas en tres niveles de análisis que articula lo individual o personal (nivel micro) y el contexto educativo formal disciplinar (nivel macro) con el contexto sociocultural regional y nacional, del cual forma parte (nivel meso). En primer lugar, y como se observa en los resultados cualitativos, el estudiantado experimenta un conflicto vinculado a la interdependencia CyT, dado que sus experiencias educativas interdisciplinarias resultan escasas o nulas. Desde lo cognitivo, sus vivencias de aprendizajes permiten pensar que carecen de escaso desarrollo del pensamiento crítico, lo que dificulta discriminar entre las diferentes categorías de las frases del cuestionario. Y, en relación con el contexto sociocultural, no se puede omitir el impacto que genera en el estudiantado –y en la sociedad, en general– encontrar carencias referidas al desarrollo científico y tecnológico regional y nacional, junto a los múltiples factores que influyen en el avance de la CyT en un país subdesarrollado como la Argentina. Desde lo cognitivo, un modelo de enseñanza interdisciplinar como primera experiencia educativa en el estudiantado de secundaria conlleva una crisis en sus fundamentos y certezas epistemológicas, es decir, en sus actitudes, de modo que el nuevo conocimiento alcanzado comporta riesgos de error. Esto es clave para la enseñanza de la CyT en la educación secundaria que, de acuerdo con Bonder (2017), el enfoque STEM no es una sumatoria de disciplinas. Este enfoque junto a la perspectiva CTS, supone una nueva forma de mirar la realidad, en donde el alumnado requiere gestionar el componente fáctico y axiológico para consolidar un aprendizaje efectivo.

Respecto al cuestionario 40411, su contenido vincula la CyT para el desarrollo de una habilidad del pensamiento de alto orden, como es la resolución de problemas. Esta habilidad es un componente común y complementario entre el pensamiento científico, tecnológico y crítico. La capacidad para resolver problemas abarca todas las dimensiones de las prácticas sociales y científico-tecnológicas.

Los resultados cuantitativos y cualitativos ofrecen consistencia y cierto grado de coherencia mixta. De los resultados cuantitativos, en el gráfico 2, se observa una mejora significativa en las tres categorías. Por otro lado, los resultados cualitativos permiten conocer de qué manera la SEA fundamentada en elementos lúdicos promueve mejoras en la resolución de problemas y otras capacidades que requieren de la articulación de habilidades inter e intrapersonales, como la gestión del tiempo y la dedicación para el aprendizaje de los contenidos escolares; la gestión de las emociones y el razonamiento –como el pensamiento contrafáctico y la indagación– de manera que permite regular la frustración ante el cambio de modelo de enseñanza y alcanzar un aprendizaje satisfactorio y duradero (Pozo, 2013).



La metodología de investigación mixta –cualitativa y cuantitativa– permitió constatar la aparición simultánea de las dos variables de esta investigación, focalizada en la indagación de las habilidades y actitudes de los estudiantes. Esto es un resultado útil para cuestionarse el tipo de relación que está oculta en esa co-ocurrencia, ya que no solo supone la aparición conjunta de las variables, sino también que la variación, en un sentido determinado de estos elementos, está aparejada a una variación similar en el otro. Estos efectos se focalizan en las prácticas de diseño y de indagación para promover el pensamiento científico y tecnológico (Furman, 2016). Desde un enfoque micro, se encuentra que la actividad de «indagación y diseño» de un dispositivo rompe con las reglas típicas de la enseñanza convencional, caracterizada por las guías de actividades basadas en situaciones cerradas, con ejercicios que solo conllevan aplicar procedimientos rutinarios. Sin embargo, la metodología de enseñanza aplicada sustentada en problemas de resolución progresiva y de conocimiento (Minervino, 2005) se torna un problema adicional para el estudiante, pero que lo lleva al éxito debido al carácter dual que subyace en la SEA utilizada. Este carácter dual conjuga el componente lúdico por medio del diseño y la indagación sobre la relación CyT, cuya consecuencia observada en los resultados permite al estudiante promover la gestión de sus aprendizajes. Esto último implica conjugar el componente fáctico y axiológico como principio de acción que promueve la satisfacción del aprendizaje.

## Conclusión

Para este estudio se establecieron, como variables del aprendizaje, las actitudes y las habilidades de tipo organizativa, caracterizadas por el componente fáctico y axiológico. Al utilizar la relación entre estas dos variables como principio regulador del proceso de enseñanza, las habilidades y las actitudes constituyen rasgos del aprendizaje que involucran demostrar un cambio duradero y transferible a nuevas situaciones como consecuencia directa de la práctica de indagación y diseño realizada. Además, es posible observar que el aprendizaje se ve afectado por la naturaleza organizativa de la práctica, habilidad denominada gestión del aprendizaje. Esta habilidad se compone de cinco subcategorías (5G), dadas por las relaciones de subordinación entre los elementos conceptuales identificados en el corpus de datos, permitiendo analizar la naturaleza cualitativa del estudio.

De lo anterior, se puede verificar que el diseño de la SEA, caracterizada por el desarrollo de un ambiente de aprendizaje propio de la CyT, utilizando un kit de juegos de encastre con sistema de potencia y un sistema de laboratorio inalámbrico, permitió aproximar los componentes fácticos y axiológicos de la propuesta de enseñanza. Es decir, las características de la SEA basada en problemas de solución progresiva y de conocimiento requieren del estudiantado una reflexión y comprensión con metas epistémicas.

Esto último se verifica por la mejora significativa en las actitudes sobre la relación CyT y la resolución de problemas. En otras palabras, el cambio de las actitudes, que tienen origen en las teorías implícitas, pone al descubierto el cambio conceptual o la reestructuración de los conocimientos previos, comparados antes y después de la aplicación de la SEA. Además, la naturaleza cuantitativa del estudio realizado permitió verificar los cambios alcanzados sobre la compleja relación CyT, fundamentada en la mejor manera de resolver la problemática de indagación y diseño. Por tanto, se destaca el poder del diseño como principio de acción fáctica y regulación axiológica en el alumnado, permitiendo alcanzar las metas de aprendizaje y conocimiento, superar sus propios desafíos y disfrutar de su trabajo académico.

A partir de lo anterior, la metodología de investigación mixta deja entrever el efecto significativo de una SEA caracterizada por la combinación de los enfoques de enseñanza STEM y CTS, con potencial para continuar con su aplicación y estudio en los contextos de educación escolar. Además, el desarrollo de las habilidades y actitudes sobre CyT enriquecen el concepto de tecnologías del aprendizaje y conocimiento, adquiriendo este último un valor significativo para el estudiante.

Agradecimientos: proyecto de investigación “La Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología y el desarrollo del Pensamiento Crítico, EDU2015-64642-R (MINECO/FEDER)”; FI 04/1-208 (UNCo). Se agradece, además, la colaboración del Prof. Mats Selen de la Universidad de Illinois, quien ofreció uno de sus prototipos de interfaz para la captura de datos en tiempo real (IOLab) utilizado en el diseño de la secuencia didáctica.

### Referencias bibliográficas

- AREA MOREIRA, M.; CEPEDA ROMERO, O. y GARCÍA, L. F. (2018). El uso escolar de las TIC desde la visión del alumnado de educación primaria, ESO y Bachillerato. *Educativo Siglo XXI*, 36(2), 229-276.
- AREA MOREIRA, M. (2011). ¿Se aprende mejor con las TIC? *Investigación y Ciencia, Especial N° 34*, 4-7.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D. y HANESIAN, H. (1983). *Aprendizajes significativos. Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: TRILLAS.
- BONDER, G. (2017). *Infancia, Ciencia y Tecnología: un análisis de género desde el entorno familiar, educativo y familiar*. Argentina: UNESCO-FLACSO.
- BUCH, T. y SOLIVÉREZ, C. E. (2011). *De los quipus a los satélites. Historia de la tecnología en la Argentina*. Bernal, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes.
- BUCH, T. (2003). CTS desde la perspectiva de la educación tecnológica. *Revista Iberoamericana De Educación*, 32, 147-163.
- CHROBAK, R. (2017). El aprendizaje significativo para fomentar el pensamiento crítico. *Archivos De Ciencias De La Educación*, 11(12), e031. <https://doi.org/10.24215/23468866e031>
- CASTORINA, J. A.; BARREIRO, A. y TOSCANO, A. G. (2007). Dos versiones del sentido común: las teorías implícitas y las representaciones sociales, en Castorina, J. A. (coord). *Construcción conceptual y representaciones sociales. El conocimiento de la sociedad*. Madrid, España: Miño y Dávila Editores, 205-238.
- FRASCA, G. (2011). Logre un objetivo y anote diez mil puntos: aprender de los juegos serios, en Silberman Keller y otros. *Cultura popular y Educación. Imágenes espejadas*. Madrid, España: Miño y Dávila Editores.
- FURMAN, M. (2016). *Educación de mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico, XI Foro Latinoamericano de Educación*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.
- GARCÍA PALACIOS, E. M.; GONZÁLEZ GARBARTE, J. C.; LÓPEZ CEREZO, J. A.; LUJÁN, J. L.; MARTÍN GORDILLO, M.; OSORIO, C. y VALDÉS, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Cuadernos de Iberoamérica, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
- HUGO, D.; OLAVEGOGASCOECHEA, M.; SALICA, M.; ORLANDINI, L. y AVILA, S. (2014). *Investigar e innovar la formación CTS inicial de profesores de ciencias aplicando una enseñanza -aprendizaje sobre las*

- decisiones tecnológicas. *Revista Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 63-72.
- LÓPEZ CERREZO, J. A. y VALENTI, P. (1999). Educación tecnológica en el siglo xxi. *Revista Polivalencia*, 8. España, Fundación Politécnica/Universidad Politécnica de Valencia.
- LOZANO, R. (2011). De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y del conocimiento. *Anuario ThinkEPI*, 5, 45-47.
- MARTÍN GORDILLO, M.; OSORIO C. y LÓPEZ CERREZO, J. A. (2001). La educación en valores a través de CTS, en Hoyos Vásquez y otros, *La educación en valores en Iberoamérica*. Madrid, España: OEI.
- MANASSERO-MAS, M. A.; VÁZQUEZ-ALONSO, Á. y ACEVEDO-DÍAZ, J. A. (2004). Evaluación de las Actitudes del Profesorado respecto a los temas CTS: Nuevos Avances Metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 299-312.
- MINERVINO, R. A. (2005). Solucionar problemas, en F. Gabucio (coord.), *Psicología del pensamiento*. Barcelona, España: UOC, 149-191.
- OPPENHEIMER, A. (2014). ¡Crear o morir! Cómo reinventarnos y progresar en la era de la innovación. Buenos Aires, Argentina: Debate.
- OPPENHEIMER, A. (2018). ¡Sálvese quien pueda! El futuro del trabajo en la era de la automatización. Buenos Aires, Argentina: Debate.
- POZO, J. I. (2013). *Aprendices y maestros: la psicología cognitiva del aprendizaje*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- POZO, J. I. y FLORES, F. (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid, España: Machado Libros.
- RESOLUCIÓN N. 1463. Diseño curricular del Ciclo Básico Común e Interciclo de la provincia de Neuquén. Sancionada el 24/10/2018. Recuperado de: <http://educaciondigital.neuquen.gov.ar/normativa-y-documentos-legales/>
- ROSENBERGER, S. (2019). Tecnologías de la información y la comunicación, educación y apropiación en América Latina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 14(40), pp. 11-39
- SANABRIA TOTAITIVE, I. A. y CALLEJAS RESTREPO, M. M. (2012). Actitudes hacia las relaciones CTS: estudio con docentes universitarios de ciencias naturales. *Praxis & Saber*, 3(5), 103-125.
- TORNIMBENI, S.; PÉREZ, E. y OLAZ, F. (2014). *Introducción a la psicometría*. Argentina: Paidós.
- VÁZQUEZ ALONSO, A. y MANASSERO MAS, M. A. (2013). La comprensión de un aspecto de la naturaleza de ciencia y tecnología: Una experiencia innovadora para profesores en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 630-648.
- VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A. y ACEVEDO-ROMERO, P. (2006). El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS). Ponencia presentada en: I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS-I, México.
- VÁZQUEZ-ALONSO, Á. y MANASSERO-MAS, M. A. (2013). *Cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), Manual de uso*. Palma de Mallorca, España: Universidad de las Islas Baleares.