

Analítica del aprendizaje interdisciplinar con modalidad d-learning en contexto de COVID-19

Interdisciplinary learning analytics with d-learning modality in the context of COVID-19

Marcelo A. Salica¹

¹ Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias de la Educación, Cipolletti, Río Negro, Argentina

profhelofa@gmail.com

Recibido: 27/04/2021 | Aceptado: 10/08/2021

Cita sugerida: M. A. Salica, "Análítica del aprendizaje interdisciplinar con modalidad d-learning en contexto de COVID-19," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 31, pp. 9-21, 2022. doi: 10.24215/18509959.31.e1

Esta obra se distribuye bajo [Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Resumen

El presente artículo muestra los resultados de una investigación cuantitativa y cualitativa aplicada a un grupo único experimental de estudiantes de cuarto año de la escuela secundaria (N=51). El estudio se justifica por el inédito contexto generado por la pandemia de Coronavirus ocasionando el distanciamiento socioeducativo y que exigió cambiar la educación presencial por la formación de emergencia y remota. El objetivo se basa en evaluar los resultados del aprendizaje de la ciencia escolar con enfoque interdisciplinar y modalidad d-learning. Para ello se utilizó técnicas de la analítica del aprendizaje y la evaluación de las actitudes con enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad. Los resultados obtenidos verifican que la modalidad d-learning implementada funciona como un entorno de interacción conversacional e instrumental. Dicho entorno favorece las actitudes Ciencia-Tecnología-Sociedad con fundamentos en la ciencia erudita dado que los participantes dialogan entre sí y con los recursos del aula virtual.

Palabras clave: Analítica del aprendizaje; D-learning; Ciencia-tecnología-sociedad; Interdisciplinariedad; COVID-19.

Abstract

This article shows the results of a quantitative and qualitative investigation applied to a unique experimental group of fourth-year high school students (N = 51). The study is justified by the unprecedented context generated by the Coronavirus pandemic causing socio-educational distancing and which required changing face-to-face education for emergency and remote training. The objective is based on evaluating the learning outcomes of school science with an interdisciplinary approach and d-learning modality. For this, techniques of learning analytics and the evaluation of attitudes with a Science-Technology-Society approach were used. The results obtained verify that the implemented d-learning modality works as a conversational and instrumental interaction environment. This environment favors Science-Technology-Society attitudes based on erudite science since the participants dialogue with each other and with the resources of the virtual classroom.

Keywords: Learning analytics; D-learning; Science-technology-society; Interdisciplinarity; COVID-19.

1. Introducción

Durante el 2020, la pandemia decretada por la Organización Mundial de la Salud ha generado que algunos países adopten medidas de aislamiento social, preventivo y obligatorio como es el caso de Argentina [1]. Actualmente, la medida pasó a lo que se denomina distanciamiento social, preventivo y obligatorio [2] con el objetivo de reducir la propagación del virus. Como consecuencia de estas determinaciones administrativas para evitar la crisis sanitaria, se dispuso el cierre de las instituciones educativas de todos los niveles de enseñanza. Sin profundizar en la diversidad de las realidades socioeducativas, dicha situación exigió al sistema educativo implementar aquello que Hodges, Moore, Lockee, Trust y Bond [3], definieron como enseñanza de emergencia remota. Como consecuencia de la modalidad implementada, diferentes organismos vinculados con la educación elaboraron informes ejecutivos como el de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), con el objetivo de proyectar resultados sobre los efectos del aislamiento en el aprendizaje de los estudiantes del sistema educativo en general. Uno de estos casos es el de España, donde la primera reducción de clases presenciales fue de 17,5 días, esto representa el 10%. En base a esto el rendimiento académico en términos de la desviación estándar solo debería disminuir en un 1,5%. Dicho estudio proyectivo, no implicaría un cambio estadísticamente significativo entre la enseñanza de emergencia remota y la presencial o tradicional [4].

Particularmente en la educación secundaria argentina, esta situación puso a prueba el sistema escolar que sin lugar a dudas tensiona la formación de millones de estudiantes aislados en sus domicilios. A este problema debe sumarse la falta de conectividad de los estudiantes donde el 15,9% de los que finalizan la escolarización no tienen Internet en sus casas [5].

Sin embargo, el análisis proyectado resultó ampliamente superado dado que las medidas de aislamiento se extendieron del tiempo estimado en el informe de la OEI. Ante esta situación, resulta de gran importancia conocer los efectos de la educación de emergencia remota en contexto de excepcionalidad e hipercomplejidad provocado por el SARS-CoV-2. Este contexto intensificó las problemáticas vinculadas con la enseñanza, el aprendizaje, el salario futuro del profesorado y la tasa de abandono educativo [4]. A esto debe sumarse el impacto del aislamiento en los factores sociales, mentales, físicas y académicos [6]. Si bien los entornos de aprendizaje mediado por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son regularmente investigadas [7], la presente crisis sanitaria interpela la eficacia del proceso de aprendizaje en un sistema de enseñanza emergente y remoto. Ante la multidimensionalidad del problema y dada por las condiciones inéditas, es menester evaluar los resultados del aprendizaje en las condiciones y modalidad mencionada.

Por otra parte, el estado de situación acerca de la educación a distancia revela que estas se deberían focalizar en lo siguiente: aprovechar las ventajas de la educación virtual para personalizar la formación y reforzar las debilidades de los estudiantes [8], considerar la exigencia que requiere la educación a distancia vinculada con el compromiso, la disciplina y la capacidad de gestionar el aprendizaje mediado por las TIC en sus diferentes aspectos [9], [10]; considerar los efectos de la enseñanza en línea en estudiantes rezagados, debiendo otorgarles más tiempo [11]; analizar la calidad de la plataforma educativa en las interacciones sincrónicas y asincrónicas para fortalecer la continuidad pedagógica [12], [13]; aplicar metodologías activas que atraiga más al estudiantado [14]; moderar los efectos de la carga cognitiva en los procesos de instrucción de las clases de ciencias [15].

Sopesando algunos de los diferentes aspectos de la problemática caracterizada y sus resultados, es posible inferir que la educación virtual no tendría que diferir de la presencial [4] en términos competenciales, siempre y cuando esté garantizado el acceso a la conectividad para el caso de la enseñanza de emergencia remota y las actividades de enseñanza (contenidos y metodologías) se encuentren ajustadas mediante el diseño del material didáctico para ser utilizado en un determinado proceso de aprendizaje [14].

2. Fundamentación

2.1. Ciencia escolar

Desde la didáctica de las ciencias naturales se busca que la enseñanza de las ciencias se focalice en los contenidos que realmente sean necesarios para la alfabetización científica. Esto hace que existan diferentes finalidades de instrucción, una de ellas se focaliza en la utilidad de la ciencia para la vida cotidiana [16]. Su abordaje incluye una diversidad de contenidos de los denominados transversales, tales como salud e higiene, nutrición, educación vial, entre otros. Esto implica generar un diálogo de saberes entre los contenidos de la ciencia escolar y las problemáticas e intereses del propio contexto de vida del estudiantado. Dicha finalidad conlleva establecer una reciprocidad entre conceptos y aplicaciones en la estructura cognitiva del estudiante [17] con el propósito de trascender la mera aplicación conceptual, y asumir actitudes donde se promuevan habilidades con metas epistémicas.

De esta manera, y con el fin de otorgar significado y reciprocidad a la enseñanza de las ciencias, la estructura del contenido interdisciplinar utilizada en la presente investigación se fundamenta en el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) que se realiza por medio de la articulación entre los contenidos de Física y Educación Física. Las características CTS son consideradas como buenos contextos para desarrollar las habilidades del pensamiento científico y crítico [18], con el propósito de promover en el estudiantado la aplicación de dichas

habilidades en situaciones cotidianas. Esto se debe a que los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, o estudios CTS constituyen un campo de trabajo interdisciplinario en los ámbitos de la investigación académica, la educación y la política pública. El enfoque se centra en la necesidad de generar un espacio de encuentro significativo que regule la interacción democrática del cambio científico-tecnológico y dicho espacio se encuentra en el ámbito educativo [19].

Desde los aportes interdisciplinarios que formula Sanmartí [20], este tipo de enfoque curricular ofrece cierta solución a los problemas derivados de una excesiva fragmentación de los conceptos que se enseñan y de la falta de conexión entre el contexto cotidiano y el científico. No hay una relación simple en esta aproximación, es decir, entre la ciencia escolar y la erudita [17]. Tanto desde el enfoque CTS y la interdisciplinariedad, se busca articular los saberes entre la cotidiano y lo científico. Se pretende ir más allá, y reflexionar acerca de lo que se aprende y cómo se aprende, como forma de desarrollar herramientas para la resolución de problemas del mundo cotidiano. Por otra parte, y de forma simultánea se encuentra en dicha articulación la necesidad de fortalecer “todo aquello que caracteriza a la ciencia como una forma particular de construcción de conocimiento sobre el mundo físico o natural” [21].

La anterior demarcación conceptual tiene importantes consecuencias en la enseñanza. Gil Pérez [22], Cubero y García [23] consideran al conocimiento escolar, como aquel que se elabora en la escuela y que toma como marco de referencia el conocimiento científico erudito. La ciencia escolar es aquella que se elabora fuera del contexto académico y que posee sus propias características basadas en un conocimiento de tipo elaborado. Esta diferencia conduce a una definición más actual referida a la idea de modelos mentales de sentido común y modelos de la ciencia erudita [24]. De acuerdo con estos conceptos, la idea de modelo es uno de los pilares metateóricos sobre los que se construye la ciencia. A su vez, esta distinción hace evidente la disidencia entre ciencia erudita y ciencia escolar, dado por medio del lenguaje como instrumento de expresión de las representaciones mentales que poseen las personas acerca del mundo en general y las correspondientes al mundo científico. De esta manera, la “diferencia entre los modelos mentales involucra aspectos lingüísticos -semánticos y sintácticos- como representacionales [24]”.

En el contexto de la toma de decisiones sobre los problemas vinculados con la vida de las personas, que requieren de la aplicación de conocimientos de la ciencia por medio del pensamiento crítico y científico, no solo se pone en juego dichas destrezas, sino valores, creencias, actitudes, aspectos morales y sociales [19]. La dimensión social en un contexto de excepcionalidad resulta esencial, dado que se relaciona con los temas y las actividades de las personas que se consideran relevantes para su vida, con el valor adicional que le otorga el aprendizaje en dichas condiciones. Y es en este contexto disruptivo en el que se formula un problema singular, en que la investigación en

didáctica de las ciencias naturales y la tecnología educativa trata de realizar sus aportes. De allí la importancia de analizar cómo un modelo tecnopedagógico que incluya el diseño de una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) interdisciplinar (Física y Educación Física) basado en el aprendizaje directo sincrónico, conocido como d-learning, puede o no promover el aprendizaje de actitudes CTS.

En base a lo anterior, Sanmartí [20] destaca que en el campo de la enseñanza de las ciencias no hay recetas mágicas válidas para cualquier contexto. Sin embargo, el diseño de un modelo tecnopedagógico ajustado a la realidad del estudiantado y de la institución educativa, basado en la coherencia entre la metodología de enseñanza, el contenido y la evaluación, no debería perder competencias, ya sea una enseñanza de emergencia remota o tradicional.

2.2. Modelos tecno-pedagógicos

El ser humano siempre ha buscado estrategias alternativas de promover y hacer accesible la educación como forma de permitir que el conocimiento alcance a todas las personas, en cualquier contexto y condición. Entre la primera de ellas, se encuentra la educación a distancia (1945) promovida desde el avance de las primeras TIC, hasta las más actuales generando una diversidad de modalidades tales como: blended-learning (b-learning), móvil-learning (m-learning) y ubiquitous-learning (u-learning). Particularmente el b-learning, da lugar a múltiples variantes, en este estudio se aborda el modelo d-learning o e-learning directo. Este tipo de interacción “puede entenderse como la aplicación de tecnología y estrategias propias de la formación en línea en un contexto de presencia física o como la aplicación de dinámicas propias de la enseñanza presencial en contextos de instrucción virtual de carácter sincrónico [25]”.

Un modelo tecnopedagógico determina y fundamenta una particular relación entre el profesorado, el saber y el estudiante, asimismo demarca la función de los recursos didácticos y tecnológicos por emplear. En el diseño confluyen “tecnologías digitales disponibles, necesidades e intenciones pedagógicas y decisiones didácticas que las consideran [26]”. Es una construcción teórica [27] que articula lo abstracto dado en el «diseño tecnopedagógico» y lo real, que se concreta mediante la «interactividad real», este último desplegada efectivamente por los estudiantes, el profesorado y los diferentes recursos del aula virtual (e. g.: videoconferencias). A pesar de la diversidad de diseños tecnopedagógicos, son limitados los casos de aprendizaje interdisciplinarios en la educación secundaria que utilicen algunos de estos modelos de manera que propicie el aprendizaje significativo, sin que el soporte tecnológico se transforme en un repositorio de contenidos. Es decir, el desarrollo del aprendizaje significativo con el uso de las TIC en el estudiantado es importante porque permite el logro de nuevas ideas, promueve la capacidad de interpretar y de adquirir

diferentes niveles de conocimientos [28] y desarrollar determinadas competencias.

Para caracterizar la relación entre el estudiantado y el modelo tecnopedagógico durante los procesos de aprendizaje de la ciencia escolar interdisciplinar con enfoque CTS, resulta de gran relevancia definir la idea de interacción. La misma se aborda desde la perspectiva de las metáforas conceptuales que propone Scolari [29], para describir la Interacción Persona Ordenador (IPO). En esta investigación, el proceso de IPO, ocurre durante el desarrollo de la SEA d-learning que experimenta el estudiantado mientras usa el software educativo virtual (e. g.: Google Classroom). Esto constituye una interfaz entendida en términos conversacionales. O sea, la interfaz como diálogo entre la máquina digital y el usuario que, para el caso de estudio, el usuario se compone por los estudiantes de la escuela secundaria. A partir de esto, el uso de las metáforas conceptuales resulta necesario para la comprensión de las IPO. Cada metáfora inspira un modelo teórico, delimita un campo específico de estudios y habilita un saber siempre limitado e hipotético, nunca definitivo. La metáfora funciona como un agente modelador de la percepción guiando las acciones de diseño y el uso de la interfaz. Pero, no todas las metáforas poseen el mismo valor descriptivo. A continuación, se describirán cuatro metáforas de la interfaz [29] para caracterizar el proceso de IPO y sus efectos durante el desarrollo de la SEA d-learning implementada durante la educación de emergencia remota: a) Metáfora conversacional [MC]: interfaz como diálogo persona-ordenador (enfoque semiótico-pragmático): entendiendo al diálogo como conversación entre dos entidades simbólicas; b) Metáfora instrumental [MI]: interfaz como extensión o prótesis del cuerpo del usuario; c) Metáfora superficial [MS]: interfaz como superficie osmótica que separa/permite el intercambio hombre-computadora; d) Metáfora espacial [ME]: interfaz como entorno de interacción hombre-computadora. Este remite a la arquitectura y a los espacios.

2.3. Análisis del aprendizaje y las actitudes

El uso de los registros de datos generados en los entornos digitales para analizar y predecir el comportamiento de las personas en las plataformas educativas deriva de los usos empresariales. Por otra parte, la analítica del aprendizaje es un tema aplicado con diferentes grados de apropiación en el contexto académico hispanoamericano y particularmente en la Argentina. Su exiguo desarrollo en este último se debe al desconocimiento de los dispositivos técnicos para su aplicación y por su producción teórica de origen inglés [30]. Específicamente en el contexto educativo de la escuela secundaria se encuentran algunas aplicaciones incipientes para evaluar sistemas de aprendizaje b-learning y como técnica para aportar posibles soluciones al problema de la continuidad pedagógica [7], [31], [32]. Autores como Siemens y Gašević [33], Amo y Santiago [34] definen la analítica del aprendizaje como la medición, recopilación, análisis y presentación de los datos sobre los estudiantes, sus

contextos y las interacciones que se generan. Esto permite realizar un seguimiento del rastro digital e intervenir en su producción académica atendiendo los desafíos que emergen durante el proceso educacional. Uno de los tipos de análisis de datos que se pueden realizar y que es objeto de estudio de la presente investigación se focaliza en el análisis micro en un determinado curso o aula virtual [33]. Esto permite analizar y comprender el proceso de formación basado en la participación de los estudiantes, en la devolución entre estos y con el profesorado [35] y las IPO.

Las técnicas basadas en la minería de datos digitales adquieren vital relevancia para caracterizar los efectos del aprendizaje en contexto de aislamiento y distanciamiento social, dado que las TIC resultan trascendentales para apoyar y potenciar las tareas de aprendizaje. Si bien uno de los desafíos para comprender los procesos de formación tiene que ver con la naturaleza dinámica de las interacciones, la analítica permite recopilar grandes caudales de datos e información digital que se producen durante los encuentros virtuales y de ese modo es posible describir dicha dinámica. Por otra parte, una de las críticas que recibe esta técnica, se encuentra en su uso escasamente pedagógico. Como lo expresan Gašević, Dawson y Siemens [36] y en relación al objetivo de la presente investigación, la analítica se focaliza en las interacciones del propio diseño instruccional de tipo d-learning y en las actitudes CTS promovidas en los participantes. Esto permitiría superar la mera cuantificación de datos superficiales que pueden producir ruidos en su interpretación.

Para esto, el análisis de los efectos del modelo d-learning se focaliza en "la medición y evaluación del aprendizaje del contenido y sobre el desarrollo de competencias del estudiantado [32]", en contexto de excepcionalidad. Estas competencias se focalizan en el desarrollo del pensamiento científico y crítico dado por la habilidad de discernir y vincular los problemas del mundo cotidiano desde los acontecimientos cercanos en la vida de los estudiantes, entre otras cosas. Dicha competencia es evaluada por medio del desarrollo de actitudes entendidas como "disposiciones psicológicas personales que implican la valoración, positiva o negativa, de un objeto a través de respuestas explícitas o implícitas [37]". "Es la valoración afectiva de un objeto, que contiene a su vez elementos cognitivos y de conducta y que por ello se acerca más a los temas CTS que son complejos y están cargados de valores [38]". La complejidad de los temas CTS es de carácter multifacético, dado que "la ciencia y la tecnología afectan a la sociedad y se ven afectadas por ella; entender algunas de sus principales interacciones resulta esencial en una propuesta de aprendizaje que quiera promover la alfabetización científica [39]". Se asume que "los estudiantes pueden mejorar sus conocimientos sobre los procesos de construcción científica mediante experiencias adecuadas con una metodología basada en hacer ciencia en la escuela [40]". De modo que los estudiantes logren vislumbrar las implicancias sociales de la ciencia estrechamente vinculada con su aprendizaje o, dicho de

otro modo, del tipo de actividades de aprendizaje en que se vean involucrados. De esta manera, se espera que los resultados de la analítica del aprendizaje interdisciplinar de la ciencia escolar con modalidad d-learning permita comprender los efectos de la propuesta en condiciones de excepcionalidad.

3. Objetivo

A partir de la problemática descrita y en contexto de excepcionalidad, el objetivo de la presente investigación se basa en: analizar los resultados del aprendizaje en modalidad d-learning desde una perspectiva interdisciplinar CTS; describir las interacciones tecnopedagógicas mediante la analítica del aprendizaje y la evaluación de actitudes CTS, en términos de competencias promovidas por los participantes.

4. Método

La investigación consiste en un estudio de caso con enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) aplicado a un grupo único experimental natural de estudiantes adolescentes de la educación secundaria.

4.1. Características de los participantes

La muestra completa de 69 participantes se compone de tres subgrupos de cuarto año de la escuela secundaria con orientación bachiller. La institución educativa se ubica en la Ciudad de Cipolletti, provincia de Río Negro (Argentina). Para la toma de datos, la muestra se redujo a 51 estudiantes constituido de la siguiente forma: 30 mujeres (58,80%) y 21 hombres (41,20%), con una edad promedio de 16,06 años ($DS = 0,369$). Al momento del presente informe se exceptuaron 18 estudiantes dado que 14 adolescentes presentaron problemas de conectividad y sus tiempos de formación se debieron extender y flexibilizar; otros 4 estudiantes cursaron con adecuación especial de sus trayectorias curriculares. Estas variaciones en el número de participantes, exhibe unas de las dificultades que constituyen este tipo de investigaciones pero que resultan de vital trascendencia para que dicho método pueda realizar aportes a la enseñanza remota.

4.2. Diseño experimental y fuentes de datos

El diseño de la investigación cuantitativa se basó en el uso de los instrumentos de investigación siguiente: (1) la SEA d-learning; (2) la aplicación de un pretest y posttest para evaluar las actitudes mediante una escala tipo Likert y (3) la plataforma educativa Google Classroom. La organización y aplicación de los instrumentos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Diseño de la investigación

Estudiantes de 4to año	Instrumentos:		
	2	1	2
	Pretest	SEA	Posttest
	10111	d-learning	10111
	50311		50311
	(3) Google Classroom		
Tiempos Orientativos	01/04/2020	$x/y+n/2020$	29/06/2020

4.2.1. Instrumento 1: características de la secuencia de enseñanza y aprendizaje

El diseño de la SEA d-learning se enfoca en la enseñanza de los tres Principios del Movimiento de Newton durante la realización de actividades deportivas, mediante la articulación interdisciplinaria de Física y Educación Física para el estudio de contenidos específicos en la educación secundaria. La SEA consiste en una estructura didáctica de inicio, desarrollo y cierre, caracterizada como ciclo constructivista de aprendizaje [21]. El contenido interdisciplinar de la SEA fue elegido en función de las características del grupo de estudiantes y de acuerdo a su nivel de dominio disciplinar y conocimiento sobre las dificultades de los contenidos. Por otra parte, los contenidos son vinculados al currículo mediante los siguientes ejes tomados de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios [41]: La introducción a la noción de campo de fuerzas como una zona de espacio donde se manifiestan interacciones de diferente naturaleza, utilizando ejemplos gravitatorios, eléctricos y magnéticos. La anticipación en la producción motriz para la resolución de problemas que presentan las diferentes prácticas corporales y su aprendizaje. La descentración en la lectura de situaciones motrices, anticipando problemas y resultados, para la toma de decisiones en función de una óptima resolución. La selección y utilización de secuencias de tareas para la mejora de las capacidades motrices, reconociendo criterios y principios para su realización adecuada.

En base a lo anterior, la SEA se organizó en cuatro capítulos, cada uno desarrollado durante una semana:

- Capítulo 1: Las fuerzas en el cuerpo humano.
- Capítulo 2: Ley de Inercia de Newton.
- Capítulo 3: Ley de Acción y Reacción.
- Capítulo 4: ¡Qué la fuerza te acelere!

El material busca promover la realización de actividades físicas a través de la ludificación para incrementar la motivación en estas dos disciplinas y de ese modo contrarrestar los efectos indeseados de la carga emocional que puede provocar la pandemia. Esto se realiza en el hogar mediante actividades deportivas para mejorar las capacidades condicionales de fuerza, resistencia muscular y flexibilidad, aplicando los saberes adquiridos de esta ciencia y fundamentado en la Física.

4.2.2. Instrumento 2: COCTS

Para la evaluación de las actitudes CTS, se aplicaron situaciones extraídas del Cuestionario de Opinión Ciencia-Tecnología-Sociedad: COCTS [42]. Cada cuestionario corresponde a un tema y subtemas que representan diferentes dimensiones CTS. Los temas seleccionados: 1) Definiciones de Ciencia y Tecnología: Subtema «Ciencia (10111)» y 2) Sociología Externa de la Ciencia, subtema «caracterización escolar de la ciencia (50311)» se compone de frases ordenadas alfabéticamente (A, B, C...), que se valoran siguiendo una escala tipo Likert. Todas tienen el mismo formato: se inicia con una introducción de pocas líneas donde se plantea un problema, seguido de las frases que ofrecen diferentes justificaciones sobre el tema planteado y dos opciones para no contestar: «No entiendo» y «No sé».

Cada una de las frases alternativas fue clasificada por un panel de personas como adecuada (A), plausible (P) o ingenua (I) según la cual se valoran las respuestas dadas con el Método de Respuesta Múltiple –MRM– [44]. En la Tabla 2 se presenta el contenido de cada cuestionario aplicado:

Tabla 2. Contenido de los cuestionarios: 10111 y 50311

<p>10111 Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es:</p> <p>___A. el estudio de campos tales como biología, química, geología y física.</p> <p>___B. un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida).</p> <p>___C. explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y cómo funcionan.</p> <p>___D. realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea.</p> <p>___E. inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores, vehículos espaciales).</p> <p>___F. buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura).</p> <p>___G. una organización de personas (llamados científicos) que tienen ideas y técnicas para descubrir nuevos conocimientos.</p> <p>___H. un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.</p> <p>___I. no se puede definir la ciencia.</p> <p>50311 Los documentales científicos de TV (por ejemplo, Cosmos, El hombre y la Tierra, National Geographic, Planeta Terra, El mundo submarino de Cousteau, Más allá del 2000, etc.) dan una imagen más exacta de lo que es realmente la ciencia, en comparación con la imagen que ofrecen las clases de ciencias.</p> <p>Los programas de TV dan una imagen más exacta:</p>
--

<p>___A. porque muestran todas las caras de la ciencia. En las clases de ciencias, no puedes tener una imagen global por los prejuicios y preferencias personales del profesorado.</p> <p>___B. porque están más actualizados en los temas que desarrollan.</p> <p>___C. porque usan imágenes. Éstas suelen describir los acontecimientos más claramente que las palabras.</p> <p>___D. porque se concentran más en los nuevos desarrollos, que muestran cómo la ciencia se usa en el mundo real. Las clases de ciencias sólo te dan apuntes y problemas, leyes y teorías que no se aplican en la vida diaria.</p> <p>___E. Ambos, los programas de TV y las clases de ciencias dan imágenes exactas de la ciencia. Los programas de TV se concentran más en los nuevos desarrollos que muestran cómo se aplica la ciencia en el mundo real. Las clases de ciencias se concentran más en los principios fundamentales que ayudan a explicar lo que cuentan los programas de TV.</p> <p>___F. Ninguno, ni los programas de TV ni las clases de ciencias dan imágenes exactas de la ciencia. Los programas de TV exageran, distorsionan y simplifican en exceso. Las clases de ciencias sólo dan apuntes, problemas y detalles que no se aplican en la vida diaria.</p> <p>Las clases de ciencias dan una imagen más exacta porque ofrecen hechos, explicaciones y la posibilidad de hacerlo tú mismo estudiando ciencias paso a paso (esto es, aprendes realmente como se hace la ciencia). Los programas de TV:</p> <p>___G. sólo dan ejemplos específicos y sencillos, aunque sea interesante verlos. Estos ejemplos producen una visión reducida de la ciencia.</p> <p>___H. básicamente dan a la gente lo que quiere ver: discusiones, opiniones, exageraciones y explicaciones sencillas.</p>
--

El acuerdo/desacuerdo con las frases se expresa en una escala del 1 (muy en desacuerdo) al 9 (muy de acuerdo); estas valoraciones se transforman en índices actitudinales normalizados (entre +1 y -1), utilizando el MRM. Las frases adecuadas se valoran tanto más alto cuanto la puntuación se aproxime al 9, las ingenuas cuanto más cercanas al 1 y las plausibles (incluyen aspectos parcialmente adecuados) cuanto más cercana al 5 (valor central).

El cuestionario se administra de manera digital por medio de Google Formularios. El estudiantado participa libremente, como una actividad de autoevaluación para explorar sus actitudes antes y después de finalizar la aplicación de la SEA. Entre el pretest y postest transcurren tres meses, durante el cual se desarrolla la SEA. En cada aplicación del cuestionario, los estudiantes tienen un tiempo limitado previamente acordado para realizarla bajo supervisión del profesorado. Esto último y junto a la distancia temporal entre cada aplicación, se busca evitar los efectos indeseados de recuerdos, memoria, recencia y deseabilidad que pueden afectar la eficacia real de los aprendizajes.

4.2.3. Instrumento 3: Google Classroom

La plataforma educativa Google Classroom (GC) viene incluida en el servicio gratuito de G Suite for Education, con aplicaciones como: Drive, Gmail, Meet y Youtube entre otros. Mediante la configuración de las aplicaciones se obtiene un modelo tecnopedagógico d-learning. La versatilidad de las aplicaciones permite administrar el trabajo en el aula virtual y realizar el seguimiento del estudiantado. En otros términos, GC permite personalizar y focalizar los avances de cada estudiante, identificando dificultades y oportunidades durante el desarrollo del contenido.

Desde la analítica del aprendizaje, GC permite recibir notificaciones por correo electrónico para profesores y estudiantes. Estas notificaciones son configuradas para automatizar el registro de informes sobre el trabajo de clase: invitaciones para apuntarse en clase, tareas (entregadas y recibidas) y comentarios de publicaciones referidas al contenido de la lección. De esta manera, este conjunto de notificaciones genera un banco de datos basado en las interacciones persona-ordenador y almacenado en el correo electrónico, que será utilizado posteriormente para el análisis estadístico e interpretación cualitativa en función del objetivo de la investigación.

4.3. Procedimiento de análisis de las actitudes

Los resultados de las medidas repetidas del COCTS (pretest y postest) se presentan a partir de los índices de actitud global (IAG) para la caracterización del grupo experimental y comparando los efectos antes y después de la aplicación de la SEA.

El análisis de los datos se realizó con el programa informático SPSS®, con pruebas de significación «p-value», pruebas paramétricas «T de Student» y cálculo de «d de Cohen» para evaluar cualitativamente el tamaño del efecto de la SEA. 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 IAG de cada frase constituyen indicadores que permiten realizar análisis comparativos exhaustivos, para caracterizar las actitudes CTS entre cuestionarios (frases y categorías) y para contrastar hipótesis que buscan determinar diferencias significativas antes y después de la aplicación de la SEA para el grupo de participantes [43].

Por otro lado, la medición y caracterización de los cambios sobre el aprendizaje del contenido y sobre el desarrollo de competencias [33], como efecto del tratamiento se analiza cualitativamente comparando los resultados de la evaluación con las puntuaciones del pretest y postest. Este análisis se realiza por medio del estadístico denominado tamaño del efecto, este 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.

4.4. Procedimiento de análisis de las interacciones

El análisis de las interacciones persona-ordenador, como es el caso de la interacción entre el estudiante y los botones virtuales presentes en la pantalla de GC, generan una praxis interactiva de tipo instrumental, conversacional y/o espacial. En términos de Scolari [29], promueven una interfaz semiocognitiva de las interacciones digitales donde esta genera un importante caudal de datos. Su análisis se realiza mediante técnicas de estadística descriptiva, basada en la identificación de las variables, su categorización, codificación e interpretación cualitativa. Las interacciones son recepcionadas y almacenadas en el correo electrónico que utiliza el profesorado. Posteriormente son clasificadas para su codificación y categorización de modo que permita describir las interacciones de los estudiantes. Posteriormente se aplican medidas de resumen, tablas o gráficos.

El procedimiento de codificación y categorización realizada es la siguiente. Se revisa cada respuesta recibida de la interacción y se clasifican en función de las categorías identificadas. Cuando una respuesta incluye dos o más interacciones completamente diferentes, cada una de ellas es computada como una respuesta independiente. En caso de que una interacción haga referencia a varias categorías, se codifican con números la segunda y las sucesivas categorías a las que aluda esa misma interacción. Al finalizar este proceso se realiza la descripción estadística correspondiente.

5. Resultados y discusión

A continuación, se exponen los resultados obtenidos a partir del análisis de las interacciones en GC y la evaluación de las actitudes CTS (pretest y postest).

5.1. Analítica del aprendizaje en Google Classroom

Una de las características de la analítica del aprendizaje se encuentra en el caudal de datos que permite visibilizar. Durante el desarrollo de la SEA la plataforma GC generó 359 notificaciones. Posterior a la recopilación automática, se procedió a su análisis con el objetivo de identificar y categorizar la tipología de las interacciones del diseño tecnopedagógico. El flujo de interacciones entre el estudiantado y el profesorado tiene la función de promover un determinado conocimiento y actitudes por medio del tratamiento de la información [29]. A partir de esto, las interacciones entre estudiantes, profesorado y GC constituye la primera categoría denominada «Interfaz conversacional: Profesorado – GC – Estudiantes», esta se compone por los mensajes que envía el profesorado ($N =$

90; 25,07%), los generados por el estudiantado (N = 139; 38,72%) y los avisos automáticos creados por GC cada vez que se realiza la entrega de una tarea (N = 130; 36,21%). La diferencia porcentual denota una interacción disímil entre los tres actores del sistema aula-digital, pero complementaria. Esto deriva de la propia dinámica de la enseñanza presencial en contextos de formación virtual y a distancia de carácter sincrónico y asincrónico que posibilita este tipo de retroalimentación por medio de la plataforma educativa [25]. A su vez, la interacción a modo de conversación exterioriza la función del aula virtual como productora de sentidos tecnopedagógicos. De esta manera, la interfaz es el espacio virtual donde las personas (estudiantes y profesorado) interactúan con otros sujetos y objetos (GC). Como un todo segmentado pero inseparable, unidos entre sí por la estructura lógica de la SEA d-learning que hace comprensible el contenido interdisciplinar.

De la anterior categoría se realizó un análisis micro identificando tres tipos de «Interacciones tecnopedagógicas» constituidas por las subcategorías siguientes: metodología de enseñanza y aprendizaje, contenido interdisciplinar y comunicación. En el gráfico 1, se representa su frecuencia.

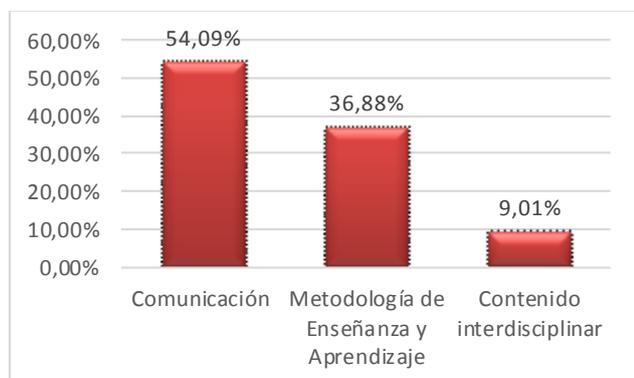


Gráfico 1. Frecuencia de las subcategorías de la interacción tecnopedagógica

En la categoría «comunicación», la frecuencia de las notificaciones permite caracterizar el proceso organizativo e interactivo del modelo d-learning entendido como un sistema-aula digital. En esta se encuentra que el 54,09% (N = 132) estuvo vinculado principalmente a la subcategoría «comunicación»; se exponen dos casos a modo de ejemplo representativo. Caso 1: “*Hola profe, ¿cómo estás? Ya te mandé los cuestionarios. Saludos*”; Caso 2: “*hola profe! ¿esta tarea no me deja completarla como las otras, lo pego y lo copio en un word? así me deja responder?*”. En los ejemplos se observa la necesidad de confirmar el envío de las actividades.

Los ejemplos presuponen cierta inseguridad hacia el funcionamiento de la plataforma educativa, cuya situación exige al profesorado la gestión de la interacción tecnopedagógica para asegurar la progresión de los aprendizajes por medio de la revisión y confirmación permanente de las tareas recibidas y entregadas. Por otra parte, el tipo de interacción genera gradualmente en los

participantes el desarrollo de competencias digitales para resolver problemas de tipo técnico y de esa manera cumplir con la obligación de su actividad. De forma implícita, los problemas de la interacción tecnopedagógica refuerzan el compromiso del estudiantado con sus obligaciones. Respecto a la subcategoría «metodología de enseñanza y aprendizaje», el 36,88% (N = 90) de las interacciones permite comprender el grado de identificación de los objetivos de estudio de las actividades que constituyen la SEA. Por otra parte, las interacciones vinculadas a la subcategoría «contenido interdisciplinar» fue del 9,01% (N = 22), esto quiere decir que el eje interdisciplinar de la SEA con enfoque CTS, no representa un obstáculo durante el desarrollo de la modalidad d-learning. Se muestra a continuación un ejemplo de la anterior subcategoría: “*hola, el trabajo lo hice sin ayuda, si es verdad que busqué información sobre la Ley de Inercia, pero fue para informarme más ya que había cosas que no me quedaban claras mientras que realizaba los ejercicios de educación física, saludos*”. El ejemplo muestra como el/la estudiante explica la necesidad de ampliar la información para lograr una mejor comprensión interdisciplinar y esto se resuelve acudiendo a la búsqueda de información por medio de recursos que están fuera de GC. En otros términos, el/la estudiantado entiende que puede acudir al profesor/a como a otras fuentes de información para avanzar en su aprendizaje. Este y otros casos de la misma subcategoría revelan implícitamente el carácter interactivo del sistema-aula digital d-learning donde suscitan las interacciones propias de la MC y MI.

De esta manera el flujo de interacciones describe un proceso tecnopedagógico que resalta la función esencialmente comunicativa del modelo d-learning, como elemento fundamental para promover el conocimiento y el aprendizaje del estudiantado. Además, el tipo de interacción conlleva el desarrollo de competencias en el estudiantado [32], que gravita en la interfaz conversacional (MC) e instrumental (MI): Profesorado – GC – Estudiantes.

5.2. Evaluación de las actitudes

En la Tabla 3, se exponen los estadísticos correspondientes a los dos cuestionarios: Caracterización de la ciencia escolar (50311) y Definición de ciencia erudita (10111).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos aplicado a cada cuestionario: 10111 y 50311

Prueba de muestras relacionadas												
Cuestionario	Par pretest/postest por frase			Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)	D de Cohen
				Media	Desviación tip.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la dif.					
							Inferior	Superior				
Cuestionario 10111: Ciencia Erudita	A	-0,02	0,06	-0,11	0,82	0,11	-0,34	0,12	-0,97	51	0,34	0,20
	B	0,58	0,41	0,05	0,53	0,07	-0,10	0,20	0,66	51	0,51	-0,12
	C	-0,14	0,06	-0,16	0,82	0,11	-0,39	0,07	-1,44	51	0,16	0,27
	D	0,17	0,21	-0,04	0,76	0,10	-0,25	0,17	-0,41	51	0,68	0,10
	E	-0,20	-0,13	-0,01	0,74	0,10	-0,21	0,20	-0,09	51	0,93	0,01
	F	-0,20	0,10	-0,31	0,84	0,12	-0,54	-0,07	-2,64	51	0,01	0,48
	G	0,20	0,13	0,01	0,72	0,10	-0,19	0,21	0,10	51	0,92	-0,03
	H	0,17	0,23	-0,05	0,66	0,09	-0,23	0,14	-0,52	51	0,60	0,12
	I	0,31	0,18	0,10	1,06	0,15	-0,20	0,39	0,65	51	0,52	-0,17
Cuestionario 50311: Ciencia Escolar	A	0,00	-0,04	0,10	0,57	0,08	-0,06	0,25	1,22	51	0,23	-0,23
	B	0,14	0,23	-0,17	0,77	0,11	-0,39	0,04	-1,63	51	0,11	0,34
	C	0,11	0,13	-0,08	0,71	0,10	-0,28	0,12	-0,83	51	0,41	0,17
	D	0,12	0,13	-0,06	0,79	0,11	-0,28	0,16	-0,52	51	0,60	0,09
	E	-0,10	0,00	-0,08	0,78	0,11	-0,30	0,14	-0,76	51	0,45	0,12
	F	-0,10	-0,09	0,04	0,91	0,13	-0,21	0,30	0,34	51	0,73	-0,07
	G	0,15	0,30	-0,17	0,82	0,11	-0,40	0,05	-1,53	51	0,13	0,30
	H	0,03	0,06	-0,02	0,91	0,13	-0,27	0,23	-0,15	51	0,88	0,04
IAG 50311	0,04	0,09	-0,06	0,32	0,04	-0,15	0,03	-1,23	51	0,22	0,24	
IAG 10111	0,10	0,14	-0,06	0,28	0,04	-0,14	0,02	-1,49	51	0,14	0,28	
IAG Global	0,07	0,12	-0,06	0,23	0,03	-0,12	0,00	-1,88	51	0,07	0,36	

Las actitudes promovidas en los estudiantes como efecto de la intervención tecnopedagógica y didáctica reflejan una variación efectiva hacia el conocimiento dialéctico en las actitudes CTS, observado en la clasificación del conjunto de respuestas y de su contraste.

El conflicto de ideas que refleja el cambio de las actitudes se puede observar a nivel global al comparar las frases por categorías inter-/intra-/cuestiones.

En el contenido del cuestionario referido a la definición de ciencia (10111), se encuentra que la frase F es estadísticamente significativa y con un tamaño del efecto relevante. En el marco de la definición de ciencia, el estudiantado reconoce que definir la ciencia es difícil y complejo. Esta dificultad encuentra su explicación en los propósitos de la ciencia erudita, basada en «buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura)». El hecho de que el análisis revele esta frase como estadísticamente

significativa puede encontrar su explicación como efecto de la interacción intercontexto, dado por la pandemia y movilizado por el contenido de la SEA. Esta interacción configura una metodología adecuada basada en hacer ciencia en la escuela [40], pero en un contexto de educación de emergencia y remota. En otros términos, el carácter interdisciplinario que caracteriza el contenido de la SEA se basa en la necesidad de mejorar la comprensión de los conceptos disciplinares de la ciencia y su efecto en los temas de carácter público y de interés social. Los cambios en el aprendizaje surgen como efecto de la interacción entre las dos disciplinas (Física y Educación Física) logrando una reciprocidad de sus conceptos y fundamentos. Este metacognoscimiento promovido en el estudiantado es de naturaleza metacognitiva y permite una aproximación entre los modelos mentales de sentido común y modelos de la ciencia erudita [24].

En relación a los resultados del cuestionario 50311, referido a la caracterización de la ciencia escolar, la indagación permite advertir un enfoque complementario al

contrastar las proposiciones de las frases B y G con un tamaño del efecto importante ($d > 0,30$). En la frase B, cuya afirmación sostiene que «los programas de TV dan una imagen más exacta que las clases de ciencias porque están más actualizados en los temas que desarrollan» y G, la frase afirma que «los programas de TV sólo dan ejemplos específicos y sencillos, aunque sea interesante verlos». El enunciado de estas afirmaciones responde a una mejora en el aprendizaje. Ambas frases corresponden a la categoría plausible cuyos índices actitudinales mejoran en cada frase: $|\Delta B = 0,10|$ y $|\Delta G = 0,15|$. Es decir, el estudiantado construye una actitud plausible respecto a la imagen de ciencia que promueven los programas de TV versus la imagen de ciencia que proyectan las clases.

Los efectos de la SEA fundamentado en el contenido interdisciplinar promueve en el estudiantado un pensamiento crítico cimentado en el conocimiento científico. Esto lleva al aprendizaje del contenido y al desarrollo de competencias en el estudiantado [32]. En otros términos, la instrucción con enfoque interdisciplinar supera la fragmentación de los conceptos [20] articulados por medio de los contenidos de Física y Educación Física. Además, el carácter plausible de las afirmaciones reconoce la compleja relación entre la ciencia escolar y la erudita [17], [24]. Dicha articulación implica reconocer la ciencia erudita como una forma particular de construcción del conocimiento sobre el mundo [21] y altamente difundida por los programas de TV que se ocupan de divulgar contenidos de la ciencia, cuyos medios corren con la ventaja de contar con más recursos para actualizar su información. Por ejemplo, los medios de comunicación informan permanentemente el desarrollo de la pandemia sin evaluar sus consecuencias en la audiencia. Sin embargo, la ciencia escolar, que toma como referencia a la ciencia erudita [22], [23] resulta de la construcción de los contenidos más ortodoxos de la ciencia, pero cuenta con el potencial de la mediación del profesorado de ciencias, como ocurre con el diseño de la SEA que es adecuada al contexto y necesidades del estudiantado.

En consecuencia, la convergencia de los índices obtenidos en cada una de las frases de los dos cuestionarios genera un tamaño del efecto moderado y sustantivo ($IAG\ 50311 = 0,24 < d = 0,30$ y $IAG\ 10111 = 0,28 < d = 0,30$). El IAG alcanza un tamaño del efecto relevante ($IAG = 0,34 > d = 0,30$). Este resultado deriva de la compleja reciprocidad entre los índices positivos y negativos que otorgan importantes matices acerca de la interacción CTS. A partir de este resultado, se encuentra el hecho de que los conceptos de ciencias son invenciones y que el contexto afecta el significado atribuido a los conceptos. Dicha caracterización conlleva un impacto significativo en las frases y es allí donde la valoración de las actitudes debe focalizarse en el equilibrio que resulta del conflicto sociocognitivo por medio del modelo d-learning.

Conclusiones

El aislamiento de millones de estudiantes y profesores en sus hogares provocado por la transmisión del COVID-19 llevó a que el sistema educativo presencial implementara una enseñanza de emergencia remota. De esta manera, una de las opciones para garantizar la continuidad pedagógica en algunos sectores menos vulnerables fue por medio de la implementación de modelos tecnopedagógicos. A abordar un modelo de formación implica aprovechar las ventajas de la educación en línea para personalizar la enseñanza y reforzar las debilidades de los estudiantes [8]. Ahora bien, como se pone de manifiesto en el informe de la OEI [4], la educación en línea no debería presentar diferencias respecto de la presencial en la medida que las condiciones de accesibilidad estén garantizadas. En base a esta afirmación, es que se propuso analizar los resultados del aprendizaje interdisciplinar d-learning con enfoque CTS, aplicado a un grupo único experimental de estudiantes de 4to año de la educación secundaria. Dicho análisis fue realizado por medio de la analítica del aprendizaje con evaluación de las actitudes CTS.

Desde la analítica fue posible identificar y comprender cuales son los elementos del proceso de la interacción tecnopedagógica que más influyen en el estudio del contenido, encontrándose que la interfaz o metáfora conversacional e instrumental es el elemento que prevalece en el sistema-aula digital. En función de ella se articulan los demás elementos como la metodología de enseñanza y el contenido interdisciplinar. Así mismo, la interacción en el sistema-aula digital se manifiesta de múltiples formas y no se limita a la mera comunicación con el profesorado, sino que trasciende a estos. Los resultados, permiten ver que la gramática de las interacciones d-learning hacen posible una manera de leer y de hacer [29]. Estas contribuyen a la producción de sentidos, donde la comunicación se manifiesta de diferentes formas y es trascendental para promover las actitudes CTS.

Por otra parte, verificar los resultados del modelo d-learning desde un enfoque de aprendizaje interdisciplinar fue posible por medio de la evaluación de los índices de actitud, constituyendo indicadores del mismo. Al respecto, y en consonancia con los resultados de la analítica del aprendizaje, el modelo tecnopedagógico ajustado a la realidad del estudiantado permite plantear situaciones adecuadas para que estos actúen y de ese modo sus actitudes evolucionen en función al contexto de excepcionalidad en el que ocurre la experiencia de enseñanza. Esto hace que los conocimientos no se presenten de manera fragmentada o descontextualizadas, sino que introducen situaciones que articula lo que el estudiantado cree y lo que el profesorado considera relevante, generando un flujo de interacciones cuya relevancia se da por medio del contexto social con impacto en el ámbito educativo. En otros términos, el modelo d-learning genera un entorno de aprendizaje significativo que origina la formación del estudiantado sin menoscabar las competencias. Esta última afirmación,

constituye uno de los fundamentos en que se basó la presente indagación basada en la idea de que toda propuesta de enseñanza coherentemente planificada debería promover competencias en el estudiantado.

Referencias

- [1] Boletín Oficial de la República Argentina, Decreto Nacional de Urgencia 297, Aislamiento social preventivo y obligatorio, 2020. [Online]. Available: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/227042/20200320>
- [2] Boletín Oficial de la República Argentina, Decreto Nacional de Urgencia 67, distanciamiento social, preventivo y obligatorio y aislamiento social, preventivo y obligatorio, 2021. [Online]. Available: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/240233/20210130>
- [3] Ch. Hodges, S. Moore, B. Lockee, T. Trust and A. Bond, "The difference between emergency remote teaching and online learning," *Educause Review*, 2020. [Online]. Available: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- [4] I. Sanz, J. Sainz and A. Capilla, "Efectos de la crisis del coronavirus en la educación," Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), Madrid, España, 2020. [Online]. Available: [https://www.flacsi.net/wp-content/uploads/2020/04/EFFECTOS-DE-LA-CRISIS-DEL-CORONA VIRUS-EN-EDUCACION%20C3%93N.pdf](https://www.flacsi.net/wp-content/uploads/2020/04/EFFECTOS-DE-LA-CRISIS-DEL-CORONA-VIRUS-EN-EDUCACION%20C3%93N.pdf)
- [5] A. Artopoulos, "¿Cuántos estudiantes tienen acceso a Internet en su hogar en Argentina?," Observatorio Argentinos por la Educación, 2020. [Online]. Available: https://cms.argentinoporlaeducacion.org/media/reports/ArxEdu_Conectividad_Coronavirus_pdf
- [6] G. Tiramonti, V. Volman and F. Braga, "¿Cuáles son las consecuencias de la interrupción de clases presenciales?," Observatorio Argentinos por la Educación, 2021. [Online]. Available: https://cms.argentinoporlaeducacion.org/media/reports/Consecuencias_de_interrupcion_de_clases.pdf
- [7] L. Buteler, I. Arriasecq, M. Pesa and M. Massa, "La investigación en la educación en física: estado actual y nuevas perspectivas," *Revista Enseñanza de la Física*, vol. 31, no. 2, pp. 5-15, 2019. [Online]. Available: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26902>
- [8] D. Furió, M. C. Juan, I. Seguí and R. Vivó, "Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study," *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 3, no. 31, pp. 189-201, 2015.
- [9] A. Cabrales, "Profesores y profesoras de todo el mundo," 2020. [Online]. Available: <https://twitter.com/cabralestweet/status/1242359098630459392>
- [10] M. A. Salica and A. M. Abad, "Habilidades y actitudes para la comprensión de la ciencia y la tecnología en estudiantes de Física de la educación secundaria," *Revista Virtualidad, Educación y Ciencia*, vol. 11, no. 21, pp. 33-51, 2020. [Online]. Available: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/29435>
- [11] J. Goodman, J. Melkers and A. Pallais, "Can online delivery increase access to education?," *Journal of Labor Economics*, vol. 1, no. 37, pp. 1-34, 2019.
- [12] S. Mällinen, "Teacher effectiveness and online learning," *Teaching & Learning Online*, pp. 139-149, 2019.
- [13] S. Chauhan, "A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students," *Computers y Education*, no. 105, pp. 14-3, 2017.
- [14] M. M. Area, "De los webs educativos al material didáctico web," *Comunicación y Pedagogía*, no. 188, pp. 32-38, 2003.
- [15] M. A. Salica, "Carga cognitiva y aprendizaje con TIC: estudio empírico en estudiantes de química y física de secundaria," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 24, pp. 67-78, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.24215/18509959.24.e08>
- [16] J. A. Acevedo-Díaz, "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía," *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 1, no. 1, pp. 3-16, 2004. [Online]. Available: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3968>
- [17] J. A. Chamizo, *Habilidades del pensamiento científico. Los diagramas heurísticos*. México: Universidad Nacional de México, 2017. [Online]. Available: http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/educacion/libros/014_Habilidades_pensamiento_cientifico.pdf
- [18] E. España Ramos and T. Prieto Ruz, "Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias," *Investigación en la Escuela*, no. 71, pp. 17-24, 2010.
- [19] M. M. Gordillo, *El enfoque CTS en la enseñanza de la ciencia y la tecnología*. Paraguay: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), 2017.
- [20] N. P. Sanmartí, *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. España: SINTESIS, 2002.
- [21] J. A. Acevedo-Díaz and C. A. García, "Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica," *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 1, no. 13, pp. 3-19, 2016.

- [22] D. Gil Pérez, "Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico," *Investigación en la Escuela*, no. 23, pp. 17-32, 1994.
- [23] R. Cubero and E. García, Carta de presentación del proyecto de debate sobre el conocimiento escolar. Comunicación personal, 1994.
- [24] L. Galagovsky and A. Adúriz-Bravo, "A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico," *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 19, no. 2, pp. 231-242, 2001.
- [25] F. J. García-Peñalvo, "Cómo entender el concepto de presencialidad en los procesos educativos en el siglo XXI," *Education in the knowledge society (EKS)*, vol. 16, no. 2, pp. 6-12, 2015.
- [26] G. Schwartzman, F. Tarasow and M. Trech, "Dispositivos tecno-pedagógicos en línea: medios interactivos para aprender," in *Aprendizaje abierto y aprendizaje flexible: más allá de formatos y espacios tradicionales*. ANEP-Ceibal, Montevideo, 2014. [Online]. Available: <http://www.pent.org.ar/institucional/publicaciones/dispositivos-tecnopedagogicos-linea-medios-interactivos-para-aprender>
- [27] J. Onrubia, "Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento," *RED: Revista de Educación a Distancia*, no. monográfico II, 2005, febrero. [Online]. Available: www.um.es/ead/red/M2/
- [28] S. P. Moreira, "El aprendizaje significativo y su rol en el desarrollo social y cognitivo de los adolescentes," *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, vol. 2, no. 4, pp. 1-12, 2019.
- [29] C. Scolari, *Hacer clic. Hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales*. España: GEDISA, 2004.
- [30] G. Sabulsky, "Análisis de aprendizaje para mejorar la enseñanza y el seguimiento a través de entornos virtuales," *Revista Ibero-americana de Educación*, vol. 80, no. 1, pp. 13-30, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.35362/rie8013340>
- [31] M. A. Salica and M. E. Almirón, "Análisis del aprendizaje del móvil learning (m-learning) en la educación secundaria," *TE&ET*, no. 27, pp. 28-35, 2020. [Online]. Available: <https://tevet-revista.info.unlp.edu.ar/TEyET/article/view/1370>
- [32] B. Gros and E. Cano, "El uso de las analíticas de aprendizaje para la mejora de la formación," in *Educación 2018-2020. Retos, tendencias y compromisos*, T. Lleixà, B. Gros, T. Mauri and J. L. Medina, Eds. Barcelona: IRE-UB, 2020, pp.45-50.
- [33] G. Siemens and D. Gašević, "Learning and Knowledge Analytics," *Educational Technology & Society*, vol. 3, no. 15, pp. 1-2, 2012.
- [34] D. Amo and R. Santiago, *Learning Analytics: la narración del aprendizaje a través de los datos*. España: Oberta UOC, 2017.
- [35] C. Gunn, J. McDonald, C. Donald, J. Milne and M. Blumenstein, *Building an evidence base for teaching and learning design using learning analytics*. PROJECT REPORT, 2017.
- [36] D. Gašević, S. Dawson and G. Siemens, "Let's not forget: Learning analytics are about learning," *Tech-Trends*, vol. 59, no. 1, pp. 64-71, 2015.
- [37] T. I. A. Sanabria and R. M. M. Callejas, "Actitudes hacia las relaciones CTS: estudio con docentes universitarios de ciencias naturales," *Praxis & Saber*, vol. 5, no. 3, pp. 103-125, 20120.
- [38] M. A. Manassero, A. Vázquez and J. A. Acevedo, "Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos," *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 22, pp. 299-312, 2004.
- [39] A. De Pro, "Deben enseñarse los conceptos y teorías científicas imprescindibles para elaborar explicaciones básicas sobre el mundo natural," in *El desarrollo de la competencia científica: 11 ideas clave*, E. Pedrinaci, Coord. Barcelona: Graó, 2012, pp. 59-78.
- [40] J. A. Acevedo-Díaz, "Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia," *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, vol. 6, no. 3, pp. 355-386. 2009. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/920/92013010004.pdf>
- [41] Consejo Federal de Educación, "Núcleos de Aprendizajes Prioritarios para el Ciclo Orientado de la Educación Secundaria, Campo de formación general ciclo orientado Educación secundaria," Ministerio de Educación. 2012.
- [42] A. Vázquez-Alonso and M. A. Manassero-Mass, *Cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), Manual de uso*. España: Universidad de las Islas Baleares, 2013.
- [43] A. Vázquez-Alonso, M. A. Manassero-Mas, J. A. Acevedo-Díaz and P. Acevedo-Romero, "El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS)," in *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS-I*, México, 2006.

Información de Contacto del Autor:

Marcelo A. Salica

Yrigoyen 2000

Cipolletti

Argentina

marcelo.salica@face.uncoma.edu.ar

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2652-0701>

Marcelo A. Salica

Profesor en Química, Física y Merceología, Licenciado en Tecnología Educativa, Especialista en Currículum y Prácticas Escolares. Docente-investigador en el campo de la didáctica de las ciencias naturales y la tecnología educativa de la Facultad de Ciencias de la Educación (Universidad Nacional del Comahue).