

**PRÁCTICAS CIENTÍFICAS EN UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA MEDIADA
POR UN VIDEOJUEGO EN LA FORMACIÓN DOCENTE INICIAL DE
PROFESORADO DE BIOLOGÍA**

LETICIA GARCIA-ROMANO

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina
leticia.garcia@unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0003-3552-0287>

MARÍA ANGELINA ROGGIO

Instituto Superior de Formación Docente Nuestra Madre de la Merced, Córdoba, Argentina
angelina.roggio@unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0003-3091-7234>

MICAELA DEL VALLE RASINO

Envix-lab, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Pesche, Italia
m.rasino@studenti.unimol.it | <https://orcid.org/0000-0002-6266-0392>

XIMENA BROIERO

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
ximena.broiero@mi.unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0002-3517-3855>

MARICEL OCCELLI

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina
maricel.occelli@unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0002-4516-0644>

RESUMEN

En este trabajo presentamos una investigación basada en diseño desarrollada con una cohorte de un profesorado de biología en la asignatura Biología Humana. Diseñamos una propuesta que integró al videojuego 'Plague Inc: Evolved' para abordar la pandemia COVID 19 como una cuestión sociocientífica. A partir de ello nos propusimos estudiar el desarrollo de prácticas científicas en relación con la dinámica de la transmisión de infecciones virales y las ideas del estudiantado (profesorado en formación) sobre la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las ciencias, específicamente sobre su potencial para el desarrollo de espacios argumentativos y dialógicos. Se resaltan los cambios y avances durante la implementación de la propuesta didáctica implementada. A través de un análisis cualitativo presentamos discusiones y reflexiones teóricas al respecto del desarrollo de las prácticas científicas en la formación docente.

PALABRAS CLAVE

tecnologías de la información y la comunicación; argumentación; COVID-19; fisiología humana; cuestiones sociocientíficas.



SISYPHUS

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 12, ISSUE 03,

2024, PP 126-145

DOI: <https://doi.org/10.25749/sis.36572>

CC BY-NC 4.0

PRÁTICAS CIENTÍFICAS NUMA PROPOSTA DE ENSINO MEDIADA POR UM VIDEOJOGO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

LETICIA GARCÍA-ROMANO

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina
leticia.garcia@unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0003-3552-0287>

MARÍA ANGELINA ROGGIO

Instituto Superior de Formación Docente Nuestra Madre de la Merced, Córdoba, Argentina
angelina.roggio@unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0003-3091-7234>

MICAELA DEL VALLE RASINO

Envix-lab, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Pesche, Itália
m.rasino@studenti.unimol.it | <https://orcid.org/0000-0002-6266-0392>

XIMENA BROIERO

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
ximena.broiero@mi.unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0002-3517-3855>

MARICEL OCCELLI

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina
maricel.occelli@unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0002-4516-0644>

RESUMO

Neste artigo apresentamos uma investigação baseada em design desenvolvida com uma *coorte* de professores de biologia da disciplina Biologia Humana. Concebemos uma proposta que integrou o videogame 'Plague Inc: Evolved' para trabalhar a pandemia COVID 19 como uma questão sociocientífica, a partir da qual nos propusemos estudar o desenvolvimento de práticas científicas relacionadas com as dinâmicas de transmissão de infecções virais e o pensamento dos alunos (professores em formação inicial) acerca da integração das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino das ciências, especificamente sobre o seu potencial para o desenvolvimento de espaços argumentativos e dialógicos. Recorrendo a uma análise qualitativa, apresentamos discussões e reflexões teóricas sobre o desenvolvimento de práticas científicas na formação de professores, destacando as mudanças e avanços ocorridos durante a implementação de uma proposta didática.

PALAVRAS-CHAVE

tecnologias de informação e comunicação; argumentação; COVID-19; fisiologia humana; questões sociocientíficas.



SISYPHUS

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 12, ISSUE 03,

2024, PP 126-145

DOI: <https://doi.org/10.25749/sis.36572>

CC BY-NC 4.0

SCIENTIFIC PRACTICES IN A TEACHING PROPOSAL MEDIATED BY A VIDEO GAME IN THE INITIAL TEACHER TRAINING OF BIOLOGY TEACHERS

LETICIA GARCIA-ROMANO

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina
leticia.garcia@unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0003-3552-0287>

MARÍA ANGELINA ROGGIO

Instituto Superior de Formación Docente Nuestra Madre de la Merced, Córdoba, Argentina
angelina.roggio@unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0003-3091-7234>

MICHAELA DEL VALLE RASINO

Envix-lab, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Pesche, Italy
m.rasino@studenti.unimol.it | <https://orcid.org/0000-0002-6266-0392>

XIMENA BROIERO

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
ximena.broiero@mi.unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0002-3517-3855>

MARICEL OCCELLI

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Argentina
maricel.occelli@unc.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0002-4516-0644>

ABSTRACT

In this paper, we present a design-based research developed with a cohort of preservice biology teachers in the subject of Human Biology. We designed a proposal that integrated the video game 'Plague Inc: Evolved' to address the COVID-19 pandemic as a socio-scientific issue. In this context, we studied the development of scientific practices concerning the dynamics of the transmission of viral infections and the ideas of students (preservice teachers) about the integration of Information and Communication Technologies (ICT) in science teaching, specifically on its potential for the development of argumentative and dialogical environments. The changes and progress made during the implementation of the didactic proposal are highlighted. Through a qualitative analysis, we present discussions and theoretical reflections on the development of scientific practices in teacher training.

KEY WORDS

information and communication technologies; argumentation; COVID-19; human physiology; socio-scientific issues.



SISYPHUS

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 12, ISSUE 03,

2024, PP 126-145

DOI: <https://doi.org/10.25749/sis.36572>

CC BY-NC 4.0

Prácticas Científicas en una Propuesta de Enseñanza Mediada por un Videojuego en la Formación Docente Inicial de Profesorado de Biología

Leticia García-Romano¹, María Angelina Roggio, Micaela del Valle Rasino, Ximena Broiero, Maricel Occelli

INTRODUCCIÓN

Las TIC pueden considerarse como herramientas culturales que median las acciones humanas. En este sentido, poseen potencialidad como instrumento mediacional del funcionamiento cognitivo, como sistema de construcción de significados y para la creación de contenidos culturales (Díaz Barriga, 2005). Además, las tecnologías modernas están cambiando nuestra forma de relacionarnos, comunicarnos, trabajar, enseñar y aprender (García-Martínez et al., 2024).

En lo que refiere al campo de la didáctica de las ciencias se considera que las TIC favorecen el desarrollo de habilidades para la interpretación de textos, la representación gráfica, el aprendizaje de conceptos complejos a través de la argumentación, la simulación y la construcción de nuevos modelos explicativos para interpretar el mundo y promueven la colaboración dialógica y la motivación (Dori & Sasson, 2008; García-Martínez et al., 2024; Luehmann & Frink, 2012; Romero Ariza & Quesada Armenteros, 2014; Solano Araujo et al., 2008).

En el contexto actual, muchos movimientos sociales, tanto de jóvenes como adultos, utilizan las tecnologías para romper las agendas mediáticas dominantes y movilizar a la ciudadanía hacia nuevas formas de organización y acción sociopolítica. Diversas redes sociales han dado protagonismo a grupos de ciudadanos tradicionalmente alejados de los monopolios mediáticos, permitiendo la creación y el acceso a espacios virtuales más democráticos que facilitan la interacción y el intercambio de ideas (Reis, 2021). Además, con el acceso o llegada del equipamiento y la conectividad a las instituciones escolares, se ha potenciado la inclusión de herramientas y recursos novedosos como mediadores de los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Luque-Jiménez & García-Ruiz, 2024).

Sin embargo, el contexto de pandemia puso de manifiesto la desigualdad en el acceso a equipamiento y conectividad a lo largo del territorio latinoamericano (Díaz Barriga, 2020). Además, tal como plantean Soto et al. (2023) la pandemia nos ha enfrentado a una serie de desafíos sin precedentes. Dichos autores argumentan que el conocimiento científico ha estado en el centro de la discusión pública y millones de ciudadanos en todo el planeta han construido comprensiones sobre los virus y su transmisión, o sobre la acción de las vacunas y sus posibles riesgos. En este marco tanto los organismos internacionales y los gobiernos como los medios de comunicación y redes sociales han proporcionado información, evidencias, recomendaciones, argumentos y opiniones que han sido utilizadas para tomar decisiones en la emergencia sanitaria

¹ Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET. Avenida Vélez Sarsfield 299, Ciudad de Córdoba, Córdoba, Argentina (CP: 5000).



global. Este contexto requiere el despliegue de una serie de habilidades que el sistema educativo debe abordar desde su complejidad.

En consideración de estos antecedentes y con el objetivo de promover aprendizajes relacionados con la transmisión de infecciones virales y la dinámica de las epidemias y pandemias se diseñó una propuesta didáctica mediada por TIC con énfasis en procesos argumentativos y dialógicos de construcción del conocimiento en el marco de la formación docente inicial en Biología durante el Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) determinado por el gobierno argentino al inicio de la pandemia COVID 19.

Particularmente en este artículo buscamos caracterizar:

- El desarrollo de prácticas científicas en relación con la dinámica de la transmisión de infecciones virales a partir de situaciones de enseñanza mediadas por un videojuego.
- Las ideas del estudiantado (profesorado en formación) sobre la integración de las TIC en la enseñanza de las ciencias, específicamente sobre su potencial para el desarrollo de espacios argumentativos y dialógicos, resaltando los cambios o avances durante la implementación de la propuesta didáctica implementada.

REFERENTES TEÓRICOS

Las cuestiones sociocientíficas (CSC) plantean discusiones en las cuales interactúa un colectivo compuesto por diferentes actores y fuerzas sociales (grupos de expertos, organizaciones no gubernamentales, empresas, usuarios, etc.) ya sea por desacuerdo, discusión o debate (Kolstø, 2001). Generalmente, son divulgadas en los medios de comunicación, los cuales destacan diferentes aspectos de las CSC en función de determinados intereses que se vinculan con problemas locales y globales, y se enfrentan a información incompleta de evidencias científicas o registros. Esto exige el desarrollo de herramientas epistémicas y un pensamiento sistémico para la formación de opiniones, la evaluación de costos y beneficios y la toma de decisiones con base en los valores y la ética (Ke et al., 2020).

La pandemia de COVID-19 se puede enmarcar como una CSC en la que se ponen en juego una multitud de intereses y puntos de vista que configuran escenarios diversos y complejos en todo el mundo. Se trata de un tema controversial con base científica que involucra dilemas éticos y morales relacionados con la toma de decisiones en distintas escalas (de individual a social, de local a global) (Cabello Garrido et al., 2021; Sadler & Zeidler, 2004).

Cabello Garrido et al. (2021) identificaron cinco polos relevantes para analizar la pandemia COVID-19. En el polo *económico* destacan que el sistema actual fomenta el beneficio del sector privado y la globalización y que presiona para reducir el gasto público mientras se desinteresa por los problemas ambientales y la crisis climática, así como por la creciente brecha social existente. En el polo *ambiental* se sitúa la destrucción de los ecosistemas promovida por el desinterés por estos temas que caracteriza al sistema económico actual. Esto genera una disminución de la biodiversidad que facilita el contacto estrecho entre humanos y fauna silvestre, elemento favorecedor del *salto de especie* que requieren los nuevos virus. En el polo *sanitario* se sitúan los problemas y las dificultades que un nuevo virus puede ocasionar, entre los que se encuentran la escasez de antivirales, la larga fase de incubación del nuevo coronavirus y las posibilidades de alcanzar la inmunidad de rebaño o lograr diseñar una vacuna eficaz. En el plano *social* se



destacan las medidas de confinamiento y limitación de la movilidad y los aspectos que ampliaron la brecha social y las inequidades de salud, con mayor morbilidad y mortalidad en grupos sociales económicamente desfavorecidos. Finalmente, los autores destacan el polo *urbano*, caracterizado por un modelo de ciudad en el que el espacio público no está diseñado para facilitar cuestiones como el transporte de las personas o la ventilación de los espacios de trabajo.

En este escenario resulta necesario fomentar una imagen de ciencia dinámica, la cual implica un conjunto de prácticas de construcción de conocimiento, condicionada por los contextos sociales, históricos y culturales y en constante interacción con la tecnología, la sociedad y el ambiente (Ageitos et al., 2017; Erduran & Dagher, 2014). Este objetivo puede alcanzarse situando las prácticas científicas en el centro de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en un enfoque que preste atención tanto a sus prácticas conceptuales como epistémicas y sociales (Jiménez-Aleixandre & Crujeiras, 2017). De acuerdo con estas autoras, las principales prácticas científicas son las siguientes: plantearse preguntas y definir problemas, desarrollar y utilizar modelos, planificar y realizar investigaciones, analizar e interpretar datos, utilizar el pensamiento matemático y computacional, construir explicaciones y diseñar soluciones, argumentar en base a pruebas y obtener, evaluar y comunicar información.

Las simulaciones se constituyen en herramientas clave para el desarrollo de prácticas científicas. Un tipo particular de simulación son los videojuegos, los cuales a través de una plataforma lúdica, pueden ofrecer representaciones formales computacionales y matemáticas de determinados fenómenos científicos (Clark & Sengupta, 2020).

Los videojuegos son escenarios en los cuales se propone a quien juega una misión a partir de un problema o una situación que debe resolverse para ganar. Desde nuestra perspectiva entendemos que los videojuegos deben cumplir con determinadas características las cuales favorecen la interactividad con el recurso de modo tal que se generan espacios para tomar decisiones, actuar, evaluar las respuestas obtenidas, reflexionar y proyectar acciones alternativas. Los videojuegos que brindan estas posibilidades son aquellos basados en una historia con un guión determinado que resulta de un conjunto de decisiones tomadas por quienes diseñaron el videojuego, las formas en que esas decisiones se despliegan en función de cómo actúa quien está jugando y la trama que se va desarrollando a partir de las acciones que el jugador como personaje principal va desarrollando y su propia proyección imaginativa sobre sí mismo y sobre los otros personajes que componen el mundo de la historia representada (Gee, 2004).

Desde esta perspectiva, cuando una persona juega interactúa con el modelo teórico que orientó el diseño del videojuego y experimenta qué transformaciones ocurren en el sistema a partir de las decisiones que va tomando según su comprensión del modelo y de sus habilidades para movilizarse en el mundo virtual ofrecido (Occelli & Malin Vilar, 2018). Durante esta experiencia quien juega va formando una hipótesis sobre el funcionamiento del sistema representado y a partir de ello construye posibles ideas explicativas. A través del juego se desarrollan ciclos informales de predicción, explicación y toma de decisiones (Boyle et al., 2016).

De este modo, se despliegan acciones en base a esas hipótesis o ideas explicativas acerca del funcionamiento del sistema que se fue construyendo, y en función de ello se prueba el efecto que produce y las respuestas que se obtienen a partir de diferentes acciones. Los efectos resultan una retroalimentación que brinda el videojuego a partir de la cual quien juega puede fortalecer o repensar su hipótesis original acerca del funcionamiento del sistema. En suma, se podría decir que el videojuego ofrece oportunidades para testear las hipótesis acerca de un modelo teórico, es decir que fomenta un tipo de razonamiento hipotético desde el cual se elaboran predicciones que pueden contrastar y evaluar críticamente a partir de probarlas al jugar. En este sentido



los videojuegos pueden pensarse como recursos tecnológicos que exponen a quienes juegan ante situaciones que exigen un pensamiento lógico-narrativo en los términos definidos por Adúriz-Bravo (2015).

En síntesis, podemos plantear que los videojuegos tienen potencial para el desarrollo de procesos del pensamiento científico complejo, ya que los mundos de juego representan sistemas específicos y redes de sistemas exponiendo cómo los elementos constitutivos están conectados y cómo las acciones o modificaciones que se realizan pueden afectar a las partes individuales del sistema representado (Sadler et al., 2013).

En el caso de nuestra propuesta utilizamos el videojuego 'Plague Inc: Evolved', el cual está basado en algunos principios biológicos, socioculturales y económicos vinculados con la propagación de epidemias. Este juego encomienda a los jugadores la tarea de propagar una enfermedad con el objetivo de destruir toda la vida humana del planeta. A medida que más seres humanos se infectan, los jugadores obtienen "puntos de ADN" que permiten crear nuevos síntomas y medios de transmisión más eficaces (Kelly, 2020). Además, propone la posibilidad de generar infecciones a partir de diferentes agentes biológicos, modificar múltiples variables y visualizar su impacto en el desarrollo de una epidemia.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló desde el enfoque de investigación basada en diseño (DBR - design-based research) (Rinaudo & Donolo, 2010). Las DBR han tomado protagonismo en el campo de la investigación en educación en ciencias ya que se enfocan en la construcción de teoría y en el desarrollo de principios de diseño que guíen, informen y mejoren tanto las prácticas de enseñanza como la investigación en diversos contextos educativos (Confrey, 2006). En particular, este enfoque resulta de interés para esta investigación ya que favorece el estudio de las ecologías de aprendizaje que se generan a partir de dispositivos didácticos mediados por tecnologías digitales (Valverde-Berrocoso, 2016).

Las DBR se caracterizan por plantear una meta pedagógica y una meta teórica. En este trabajo, la meta pedagógica estuvo orientada a promover aprendizajes en relación con la transmisión de infecciones virales y la dinámica de las epidemias y pandemias, tomando como eje la pandemia COVID-19 como una CSC. La meta teórica se vinculó con la producción de conocimiento en dos sentidos, por un lado, caracterizar las prácticas científicas que desplegaron los participantes durante la utilización del videojuego y, por otro, describir la opinión de los futuros docentes con respecto a las fortalezas de los entornos de enseñanza de la ciencia mediados por TIC y su aporte a la construcción de entornos argumentativos y dialógicos.

La propuesta didáctica fue co-diseñada entre integrantes del grupo de investigación EDUCEVA - CienciaTIC (Universidad Nacional de Córdoba) y la docente a cargo de la asignatura Biología Humana correspondiente al tercer año del Profesorado de Educación Secundaria en Biología de un Instituto Superior de Formación Docente de la ciudad de Córdoba, Argentina). La docente titular llevó adelante la propuesta con su alumnado integrado por siete estudiantes con una edad media de 25,8 años con un mínimo de 21 y un máximo de 29 años. Las clases se desarrollaron de modo virtual con dos encuentros sincrónicos de dos horas de duración a través de la plataforma Google Meet y actividades asincrónicas planteadas en el aula virtual con una duración total de cuatro semanas. En este marco se exploró y debatió sobre el videojuego 'Plague Inc: Evolved', se analizaron

textos diversos extraídos de la Web, se realizaron animaciones sobre la respuesta inmunitaria que ocurre en el cuerpo ante la infección del nuevo coronavirus y se desarrollaron ensayos argumentativos retomando conceptos sobre vacunación y movimientos antivacunas (Tabla 1).

Durante la implementación del diseño se tomaron diferentes registros de información, se recolectaron todas las actividades realizadas, se grabaron los encuentros sincrónicos y se tomaron notas de campo de las observaciones de clase. A su vez, se solicitó al estudiantado que completara dos cuestionarios semiestructurados, uno al inicio de la implementación y el otro al finalizar la misma. Los cuestionarios incluyeron cuestiones catastrales (edad, año de ingreso a la carrera), ítems vinculados a conocimientos sobre infecciones virales, procesos dialógicos y argumentativos y TIC.

Particularmente en este artículo analizaremos aquellas preguntas de los cuestionarios que se orientaron a conocer la perspectiva de los participantes sobre el potencial de los entornos de enseñanza mediados por TIC desde un enfoque argumentativo y dialógico.

En este sentido, el cuestionario inicial incluyó, entre otras, las siguientes preguntas: a) con qué frecuencia los futuros docentes realizan actividades vinculadas con el diálogo y el debate en su formación inicial; b) con qué cuestiones asocian la idea de argumentar en ciencias (a través de una metáfora); c) qué implica para los futuros docentes defender un punto de vista en ciencias naturales; d) si consideran que existen temas/contenidos con los que es más factible trabajar la argumentación en clases; e) qué actividades promotoras de habilidades argumentativas plantearían a sus estudiantes; f) las fortalezas atribuidas a la enseñanza de la argumentación en clases de ciencias; g) las dificultades encontradas en torno a la posibilidad de argumentar en clases de ciencias; h) si adhieren a la idea de ciencia como cúmulo de conocimientos objetivos y absolutos o como proceso de negociación entre los integrantes de las comunidades científicas; i) con qué frecuencia los futuros docentes realizan ciertas actividades vinculadas con las TIC; j) las fortalezas atribuidas a la enseñanza de las ciencias mediada por TIC; k) las dificultades atribuidas a la enseñanza de las ciencias mediada por TIC; l) la descripción de dónde se encontraban como futuros docentes en ese momento en relación a las TIC (en cuanto a conocimientos, experiencias, etc.); m) la descripción de dónde les gustaría estar como futuros docentes en relación a las TIC (en cuanto a conocimientos, experiencias, etc.) y n) qué acciones deberían realizar durante su formación inicial para alcanzar sus expectativas en torno a las TIC.

El cuestionario final incluyó, entre otras, estas preguntas: a) si la propuesta didáctica requirió que aprendieran habilidades argumentativas y, en caso positivo, cómo lo lograron; b) si existen espacios o asignaturas en los cuales les parece más factible trabajar con la argumentación; c) las fortalezas atribuidas a la enseñanza de la argumentación en clases de ciencias; d) las dificultades encontradas en torno a la posibilidad de argumentar en clases de ciencias; e) qué explicación le darían al público en general respecto de lo que supone argumentar en clase de ciencias; f) las fortalezas atribuidas a la enseñanza de las ciencias mediada por TIC; g) las dificultades atribuidas a la enseñanza de las ciencias mediada por TIC; h) una descripción de lo aprendido sobre TIC en la propuesta didáctica implementada en la asignatura.

El análisis se desarrolló desde una perspectiva fenomenográfica. Este enfoque parte de la idea de que las personas perciben, conceptualizan y entienden sus experiencias – y las dimensiones que las componen – de formas cualitativamente diferentes (Marton, 1981). De este modo se buscó caracterizar cómo los participantes percibían y conceptualizaban sus experiencias en torno a las prácticas científicas y las TIC en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, así como destacar cambios o avances durante la implementación de la propuesta, desde la perspectiva de este grupo de futuros docentes.



Tabla 1

Síntesis del diseño didáctico y los instrumentos de recolección de información que fueron utilizados

Encuentro	Modalidad	Contenidos	Recursos didácticos y actividades	Instrumentos de investigación
1	Asincrónico	Epidemias y Pandemias. Nuevo Coronavirus.	Jugar y explorar el videojuego Plague Inc: Evolve (Modo "Informal"; Modo "Normal" y Modo "Negacionismo científico") Lectura de tres artículos de divulgación ² Análisis de simulaciones sobre movimiento de las poblaciones humanas (libre movilidad, movilidad reducida, confinamiento)	Cuestionario inicial
2	Sincrónico	Epidemias y Pandemias. Nuevo Coronavirus.	Puesta en común sobre el juego Vinculación con los tres artículos de divulgación abordados en el encuentro 1	Recolección de actividades, grabaciones de clases y notas de campo
3	Asincrónico	Respuesta inmunitaria. Vacunas.	Búsqueda de información sobre la respuesta inmunitaria ante la infección del nuevo coronavirus y la acción de las vacunas	Recolección de actividades
4	Sincrónico	Respuesta inmunitaria. Vacunas.	Producción de animaciones sobre una posible infección viral, específicamente, representar cómo se manifiesta la respuesta inmunitaria en una persona vacunada y cómo ocurre en una persona no vacunada frente al ingreso de un patógeno (SARS-CoV-2)	Recolección de actividades, grabaciones de clases y notas de campo
5	Asincrónico	Vacunación. Movimientos antivacunas.	Producción de ensayos argumentativos sobre el movimiento antivacunas	Cuestionario final

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si bien la secuencia didáctica desarrollada incluye varios tópicos en este trabajo nos abocaremos al análisis de las prácticas científicas desplegadas por el estudiantado al explorar y jugar el videojuego y a la opinión del profesorado en formación inicial respecto de la inclusión de su participación en un entorno argumentativo y dialógico mediado por TIC. A continuación, se exponen los principales resultados encontrados para cada uno de estos aspectos.

² <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>; <https://elgatovlacaia.com/coronavirus-exponencialidad-y-prevencion>; <https://www.infobae.com/america/tendencias-america/2020/08/09/desde-cansancio-hasta-niebla-cerebral-los-sintomas-persistentes-de-covid-19-que-mas-preocupan-a-los-expertos/>

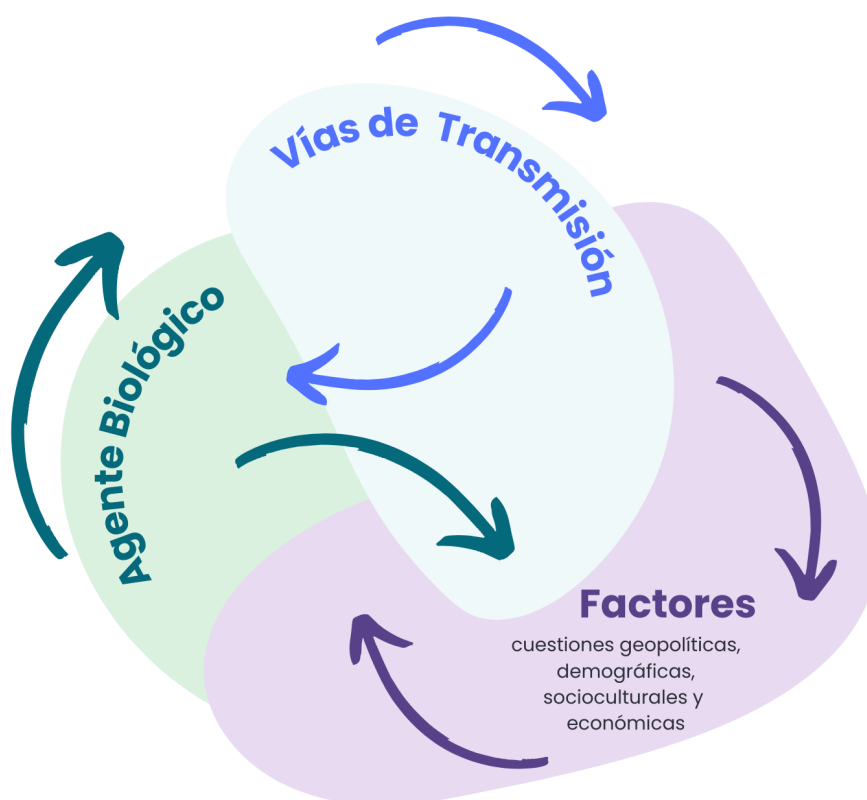
PRÁCTICAS CIENTÍFICAS PROMOVIDAS POR LA UTILIZACIÓN DEL VIDEOJUEGO 'PLAGUE INC: EVOLVE'

La integración del videojuego en el diseño didáctico permitió crear oportunidades para que el estudiantado participante de esta investigación lograra identificar los elementos principales que componen el sistema en estudio a partir de interactuar con una representación dinámica: el agente biológico, las vías de transmisión y los diferentes factores involucrados: biológicos, socioculturales y económicos. El modelo que se logró construir con el grupo incorporó estos elementos y sus interacciones (Figura 1).

El grupo completo logró reconocer al virus como el protagonista del sistema representado e identificaron la transmisión por "aire" en términos del juego "vía de contagio" lo cual se corresponde con una forma de transmisión nasofaríngea. Sin embargo, es importante decir, que al momento de jugar también exploraron lo que sucedía con otros agentes biológicos como hongos y bacterias y compararon los resultados.

Figura 1

Representación del modelo de arriba consensuado con el grupo de estudiantes al finalizar la propuesta



Se observaron también algunas respuestas en las cuales se explicaban ciertas características que debía tomar el agente biológico para el despliegue de una pandemia, como por ejemplo "La resistencia al ambiente y por ende el fácil transporte por cualquier vía" (Estudiante 1). Incluso se presentaron cuestiones vinculadas con la alta tasa de mutación características de algunos virus "Yo elegí en todos los casos en agente biológico



el virus, y los hace efectivos para provocar una epidemia porque poseen una mutación rápida y es muy difícil de controlar” (Estudiante 4).

A su vez, también lograron identificar como elementos constitutivos del sistema a otros factores socioculturales y económicos tal como se ilustra en las siguientes respuestas: “Algunas características que podrían presentarse más allá del agente biológico puede ser, la ignorancia por parte de la gente acerca del tema, la falta de cuidado higiénico, la falta de recursos para una posible vacuna” (Estudiante 1); “(...) es indispensable tener en cuenta la zona donde comienza el brote, una ciudad o país con mucha población aglomerada favorece el contagio por aire, un lugar con bajos recursos que no cuenten con acceso a un cuidado de salud con calidad, un país adinerado o turístico que cuente con un tránsito de personas intenso, son algunos factores que promueven e impulsan la velocidad de transmisión de una enfermedad” (Estudiante 5).

Resulta interesante destacar que esta última reflexión es aportada por una estudiante que aprovechando las posibilidades del videojuego fue modificando variables y registró qué respuesta se obtenía al iniciar la epidemia en diferentes países como Brasil, Estados Unidos y Ucrania. Asimismo, la estudiante también logró identificar otro componente del sistema vinculado al transporte de las personas, ya que registró cómo al cerrarse a tiempo las fronteras de un país se impide la propagación de la enfermedad en esa zona geográfica. A partir de ese análisis realiza la siguiente inferencia: “Es decir, si un patógeno ingresa a una población de pocos individuos o mejor dicho, baja densidad demográfica y toma las precauciones necesarias, como disminuir el flujo de personas a través del tránsito aéreo o marítimo, las posibilidades de que se vuelva epidemia serían bajas” (Estudiante 5).

Al comparar los gráficos obtenidos en el juego y las simulaciones propuestas por el equipo docente³ el estudiantado que participó de la investigación identificó el confinamiento como una posible medida para disminuir los contagios: “La curva se ve aplanada cuando hay menos movimiento de personas” (Estudiante 3), “(...) todas las curvas se asemejan a la de la simulación de libre movilidad, ya que en la simulación del juego no tiene en cuenta la realización de cuarentenas estrictas como las simuladas en los gráficos 2, 3 y 4 del Washington Post” (Estudiante 2), pero también se presentó la oportunidad de criticar las medidas o acciones tardías de ciertos gobiernos: “[en] el juego algunos países no cuidan a sus habitantes y dejan que el virus se siga propagando, ya en las últimas instancias entregan mascarillas, por eso las curvas del juego van a ser siempre más altas con más cantidad de infectados, es decir el juego no toma medidas de prevención” (Estudiante 4).

En este sentido, y en consideración de la propuesta de Cabello Garrido et al. (2021) puede decirse que los polos más representados en la discusión sobre el juego aluden al sistema científico sanitario, al plano social y las cuestiones urbanas, sobre todo en lo que respecta a cuestiones geopolíticas y cuando se incorpora la comparación del juego con una simulación sobre COVID-19 se suma el polo económico a la discusión, siendo el componente ambiental el más relegado en el debate.

Estos datos dan cuenta de cómo a través del juego se crean oportunidades para desarrollar un proceso de predicción, explicación y toma de decisiones (Boyle et al., 2016). Específicamente se destaca que la interacción con el juego permitió al grupo de estudiantes la manipulación de diversas variables y la visualización de los escenarios generados a partir de dichos cambios y sus interacciones. De este modo, a partir de la interacción con la representación del sistema ofrecido por el videojuego se permitió la identificación de sus elementos constitutivos, el modo en que éstos se encuentran

³ https://www.youtube.com/watch?v=x9xe8RV38-Q&feature=emb_title

interconectados y las consecuencias que tiene en el sistema la variación de las partes individuales (Sadler et al., 2013).

En el caso de este videojuego, resultó necesario realizar una reflexión ética al respecto de la “misión” propuesta en la narrativa del juego ya que las partidas se ganan cuando se logra generar una epidemia que termina con la humanidad. En función de ello se analizaron con el estudiantado participante diferentes maneras de trabajar este aspecto en el aula para fortalecer una perspectiva empática y humanitaria. A partir de lo cual surgió como posibilidad implementar espacios de reflexión específicos para pensar en el significado hipotético de esa misión y poner en palabras (de manera oral o escrita) fundamentos acerca de por qué no quisieran que fuera real ese escenario ficticio, realizar actividades que permitan enfatizar en las características del agente biológico, debatir sobre las respuestas de control de la epidemia que generan los países en el juego y, específicamente, el impacto que pueden llegar a tener en el control de una epidemia las noticias falsas o “fake news” (en el modo de juego negacionismo científico). En este marco, se logró identificar como práctica científica clave la argumentación, dado su potencial para desarrollar habilidades para distinguir la validez de las afirmaciones y su compromiso con las evidencias, es decir, detectar y evaluar este tipo de información en los medios de comunicación.

LAS TIC COMO PROMOTORAS DE ESPACIOS ARGUMENTATIVOS Y DIALÓGICOS

En lo que respecta a la frecuencia con la que este grupo de profesorado en formación inicial realiza ciertas actividades vinculadas con el diálogo y el debate se destacan las actividades de búsqueda de distintas fuentes de información para justificar respuestas y la lectura comprensiva, el análisis y la discusión de artículos. La propuesta de debatir diferentes posturas sobre un tema aparece como una actividad vigente en el profesorado, pero más relegada que las anteriores.

Las cuestiones que los estudiantes participantes asocian con la argumentación son variadas, en las metáforas que elaboran se subraya la idea de dificultad y la noción de construir conocimiento y dar sentido a las ideas. Ambos aspectos han sido reportados en la literatura internacional, pero interesa destacar que más allá de las dificultades inherentes a los procesos argumentativos, este grupo de profesorado en formación considera la argumentación como un proceso central para aprender a aprender y aprender a pensar, cuestión que Adúriz-Bravo (2014) y Jiménez-Aleixandre (2010) resaltan como una de las tres razones a través de las cuales se ha justificado la importancia de introducir la argumentación en clases de ciencias.

En lo que refiere al aspecto conceptual de la argumentación, específicamente a la pregunta sobre lo que supone argumentar en clases de ciencias, en el cuestionario inicial se encontró que cuatro de los participantes destacaron esta competencia como un acto en el cual interviene la interacción social, mediada por el diálogo. Esta idea se acerca a la perspectiva funcional de la argumentación definida por Ruiz-Ortega et al. (2014) en la cual se vuelve fundamental el proceso dialógico entre sujetos. El resto de las respuestas se acerca a una perspectiva más relacionada con la idea de brindar información y demostrar con herramientas o pruebas diversos puntos de vista. En el cuestionario final, las respuestas se asocian preponderantemente con la perspectiva funcional de la argumentación, tal como vemos en el siguiente ejemplo: “Argumentar en ciencias



permite una relación entre los contenidos y el campo didáctico, ofreciendo a los estudiantes un espacio de diálogo y desarrollo de un proceso de razonamiento y pensamiento crítico”.

Con respecto a si consideran que existen temas/contenidos con los que es más factible trabajar la argumentación en clases, en el cuestionario inicial aparecieron dos ideas predominantes: trabajar con temas ampliamente aceptados por la comunidad científica y trabajar con cuestiones sociocientíficas. Estas respuestas difieren de lo encontrado en investigaciones previas, en las que el profesorado en formación inicial enfatiza que la argumentación puede trabajarse con todos los temas y subraya la importancia de trabajar problemas cercanos o interesantes para el estudiantado de escuela secundaria (García Romano, 2017; García-Ruiz et al., 2019). En el cuestionario final, los participantes hicieron énfasis en el trabajo en torno a cuestiones sociocientíficas y en la necesidad de informarse y argumentar para sostener un punto de vista. Se ilustra esta idea con la respuesta de uno de los futuros docentes de Biología: “(...) los temas que requieren dar la opinión o dar una posición, es necesario enseñar a argumentar y no ir solo por lo intuitivo o por lo que nos dicen los demás sino que poder informarse y leer de varias fuentes para formar nuestra opinión”.

A su vez, en el cuestionario inicial este grupo de futuros profesores sostiene que las principales actividades para promover habilidades argumentativas serían instancias individuales como la experimentación y posterior observación de fenómenos biológicos, en donde los estudiantes son concebidos principalmente como receptores de la información. En igual medida se propusieron actividades grupales, orientadas al intercambio de opiniones y argumentos mediante debates que, según Jiménez-Alexandre (2010), permiten interpretaciones conjuntas del saber en cuestión y dan lugar a la toma de decisiones a favor de una transformación del aula de clase. Resulta interesante que, si bien los debates no son, según las respuestas de este grupo de futuros profesores, una actividad difundida en su carrera de grado, sí la propondrían a sus futuros estudiantes, lo cual conduce a pensar en la necesidad de incorporar estrategias didácticas promotoras de la argumentación a lo largo de esta carrera de formación docente inicial (Archila, 2014).

En lo que respecta a las fortalezas que implica enseñar a argumentar en clases de ciencias, en el cuestionario inicial los participantes resaltan principalmente el desarrollo de pensamiento crítico. En menor medida subrayan el desarrollo de pensamiento autónomo y metacognitivo, la posibilidad de articulación entre las ideas iniciales de los estudiantes y el conocimiento científico y el potencial de mejorar las habilidades discursivas de los estudiantes y de acercarse a la naturaleza de las ciencias. En el cuestionario final se vuelve a enfatizar la idea de enseñar a argumentar para desarrollar el pensamiento crítico, aunque más ampliada que al inicio: los futuros docentes participantes resaltan la idea de que dicha enseñanza mejora las posibilidades de que los estudiantes puedan defender un punto de vista con base en argumentos y la posibilidad de interactuar de modo informado con otras personas: “Es necesario saber argumentar para desarrollar la habilidad de relacionarnos e interactuar con los demás, aprender a expresar nuestras ideas y principios, y sobre todo, incrementar el desarrollo crítico de los estudiantes”. Esta fortaleza manifestada por el grupo estudiado ha sido encontrada también en los estudios de García Romano (2017) y García-Ruiz et al. (2019).

En lo que concierne a las dificultades que estos futuros docentes visualizan al enseñar a argumentar en clases de ciencias, en el cuestionario inicial la mayoría focaliza en el tiempo que exigen las estrategias vinculadas con la argumentación y la escasa motivación de los estudiantes para implicarse en estas actividades. En el cuestionario final, una sola de las respuestas hace énfasis en la motivación de los estudiantes y el resto de los participantes se centra en el desafío que implica enseñar a argumentar y conectar

el proceso argumentativo con la enseñanza de contenidos disciplinares: “Para argumentar en ciencias, no sólo sería necesario que los estudiantes tengan un previo desarrollo del pensamiento crítico, sino de manera simultánea, comprender y manejar muy bien el contenido, que a veces suele ser un desafío”. Diversos autores han documentado las dificultades que enfrentan los docentes para conectar la práctica argumentativa con el currículum y el planteamiento de estrategias de implementación efectivas (Evagorou et al., 2014; García Romano, 2017; Martín Gámez & Erduran, 2018). En este sentido, Villada-Salazar y Ruiz-Ortega (2018) y Cardona y Tamayo-Alzate (2009) manifiestan el rol fundamental del docente en la enseñanza de (y a través de) la argumentación para que esta práctica se genere conscientemente, construyendo un discurso en torno a las propuestas argumentativas para lograr la estimulación y el desarrollo de estas habilidades en los estudiantes.

Respecto de las ideas vinculadas a la naturaleza de las ciencias todos los estudiantes, excepto uno, acordaron con la idea de que la ciencia es el resultado de un proceso de negociación entre los integrantes de las comunidades científicas, en donde se presentan, discuten y validan los modelos y teorías construidos como representación del mundo. Si bien las respuestas parecen coherentes con los fundamentos actuales de la naturaleza de las ciencias, sería interesante estudiar qué sucede con dichas representaciones en el marco de la práctica docente.

Finalmente, en lo que refiere a si la propuesta didáctica requirió que aprendieran habilidades argumentativas, la respuesta de todos los futuros docentes fue positiva. En lo que atañe a cómo lo lograron, se destaca el hecho de recurrir a estrategias aprendidas previamente en otras materias, a la búsqueda de material bibliográfico y al valor de las actividades propuestas en conjunto con la guía de la docente.

En lo que respecta a la frecuencia con la que este grupo de futuros docentes realiza ciertas actividades vinculadas con TIC (cuestionario inicial), los participantes destacan principalmente la lectura de periódicos, revistas o artículos en la web, la escritura de informes con procesadores de texto y la construcción de soportes visuales para acompañar presentaciones orales. Otras actividades como la construcción de cuestionarios digitales, el uso de videojuegos, el uso de simulaciones o animaciones y el uso de software de programación tienen un uso más dispar entre los participantes. Estos resultados son similares a los encontrados por Occelli y García Romano (2018) con profesores de ciencias en ejercicio, quienes muestran que el uso más frecuente de las TIC es el que se vincula con prácticas de exposición o transmisión, mientras que las menos frecuentes son aquellas que implican un uso más creativo o innovador, las cuales podrían provocar un cambio en la dinámica del aula.

En lo que atañe a las fortalezas atribuidas a la enseñanza de las ciencias mediada por TIC, en el cuestionario inicial este grupo de futuros profesores destaca el potencial de las tecnologías para motivar al estudiantado. En menor medida hacen alusión al valor de las TIC para trabajar con representaciones de los procesos biológicos y la necesidad de aprender a interpretar la información presente en la Web. En el cuestionario final predominan las respuestas que incluyen tanto la posibilidad de hacer el contenido más atractivo para los estudiantes como de subsanar la falta de laboratorios de los centros escolares e interpretar fenómenos biológicos complejos. Además, las respuestas del cuestionario final hacen mayor énfasis en el protagonismo de los estudiantes en torno a la construcción de los aprendizajes con TIC. Este último aspecto es congruente con las ideas que los mismos participantes expresan sobre la argumentación al final de la implementación, ya que destacan su perspectiva funcional y la describen como una habilidad mediada por la interacción social y el diálogo.

En lo que concierne a las dificultades sobre la enseñanza de las ciencias con TIC, las respuestas del cuestionario inicial son variadas. Este grupo de estudiantes subraya su



escasa formación en TIC, la falta de disponibilidad de equipos en las escuelas, la dificultad para regular la cantidad y calidad del contenido con el cual se enfrentan los estudiantes en la Web y el hecho de que muchos recursos tecnológicos específicos para la enseñanza de las ciencias se encuentren en idioma inglés. En el cuestionario final se centran mayoritariamente en las dificultades de acceso a las tecnologías desde los hogares, haciendo énfasis en los problemas de equipamiento y conexión a internet.

En lo que refiere al lugar en el que se encuentran con respecto a las TIC, predominan las respuestas que describen el conocimiento que tienen como futuros docentes en cuanto a recursos tecnológicos de carácter general (para construir presentaciones, editar videos, etc.) y resaltan que en el momento de completar el cuestionario las TIC constituyen el principal medio de comunicación entre docentes y estudiantes, debido al contexto de pandemia. Cuando responden respecto del lugar donde querrían estar, aluden principalmente a conocer más recursos, aunque no mencionan necesariamente recursos diseñados especialmente para aprender ciencias. En cuanto a qué deberían realizar para alcanzar sus expectativas con respecto a las TIC refieren principalmente a la necesidad de tomar cursos y talleres extracurriculares sobre la temática. Estas respuestas denotan que el estudiantado percibe a las TIC como recursos separados de la estructura curricular de la carrera.

Las descripciones sobre lo aprendido en cuanto a TIC durante la propuesta didáctica sobre COVID-19 implementada en la asignatura refieren a dos aspectos: un grupo de estudiantes se centra en el videojuego utilizado, su potencial para enseñar Biología y la posibilidad de utilizar otros videojuegos en su futura práctica profesional, mientras que otro grupo de estudiantes focaliza en la realización de animaciones mediadas por TIC y destacan su potencial para estudiar un proceso biológico en detalle. No hay referencias explícitas a la interpretación de textos extraídos de la Web (actividad realizada durante la implementación), lo cual invita a pensar que tendrían que realizarse actividades de reflexión sobre este aspecto, ya que es central en la propuesta.

CONCLUSIONES

Esta investigación se llevó a cabo con un grupo reducido de estudiantes con lo cual en este trabajo se presentan conclusiones que no pretenden ser generalizaciones pero que pueden significar un aporte a la formación docente inicial en Biología.

En función de los resultados es posible afirmar que el escenario de aprendizaje generado tiene potencial para promover procesos de aprendizaje y fomentar el desarrollo de prácticas científicas, especialmente la utilización de modelos, el análisis y la interpretación de datos y la construcción de explicaciones y la argumentación en base a pruebas. Los modelos expresados se caracterizaron por la exposición de las interacciones de los diversos factores involucrados dando cuenta de su naturaleza compleja. A su vez la propuesta permitió el despliegue tanto de análisis inductivos como deductivos con la expresión de explicaciones y predicciones en función del modelo representado.

En lo que respecta a la promoción de entornos argumentativos y dialógicos mediados por TIC podemos remarcar ciertos aspectos positivos de la propuesta. Por un lado, los participantes avanzan hacia concepciones sobre la enseñanza y la argumentación como procesos sociales y dialógicos. Por otro lado, este grupo de futuros docentes sostiene a lo largo de la propuesta la importancia de trabajar en torno a cuestiones sociocientíficas y de informarse y argumentar para sostener un punto de vista y, al finalizar la propuesta, expresa los desafíos que implica enseñar ciencias a través de

la argumentación y de la necesidad de conectar el proceso argumentativo con la enseñanza de contenidos disciplinares. Finalmente, es necesario subrayar la importancia de realizar acciones conjuntas entre los formadores de formadores con la intención de que las prácticas argumentativas y dialógicas sean aspectos planificados y cotidianos en el marco de la formación inicial docente, y así, más factibles de integrarse en las prácticas áulicas del futuro profesorado de ciencias.

También es importante reconocer que los participantes de esta investigación imaginan un rol activo para su futuro estudiantado. Estos resultados se aproximan a lo que Litwin (2008) propone como las escenas de la producción, en la cual el trabajo de docentes y estudiantes se centra en construir un producto innovador tomando a las tecnologías como un medio para conseguirlo y la escena de la problematización, en la cual se construyen propuestas didácticas que reconocen el potencial informacional, comunicacional y las posibilidades para pensar en nuevas formas de construcción de conocimiento que ofrecen las tecnologías.

Además, con base en las ideas de Jung (2005), se sostiene que en el marco de esta propuesta las TIC fueron incorporadas como un facilitador del desarrollo profesional y de la creación de redes. Sin embargo, se hace necesaria la incorporación de las tecnologías en la enseñanza de otros contenidos y otras asignaturas de la carrera para que los estudiantes puedan acercarse a propuestas y recursos variados y puedan interactuar con situaciones auténticas, resolver problemas relevantes, aprender a tomar decisiones en situaciones que plantean el reto de la incertidumbre, es decir, construir saberes y habilidades propios de la comunidad de práctica social o profesional que van a integrar (Díaz Barriga, 2005).

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Conceptualización, Leticia Garcia-Romano y Maricel Occelli; Metodología, Leticia Garcia-Romano, María Angelina Roggio, Micaela del Valle Rasino, Ximena Broeiro y Maricel Occelli; Análisis formal, Leticia Garcia-Romano y Maricel Occelli; Investigación, Leticia Garcia-Romano, María Angelina Roggio, Micaela del Valle Rasino, Ximena Broeiro y Maricel Occelli; Redacción - borrador original, Leticia Garcia-Romano y Maricel Occelli; Redacción - revisión y edición, Leticia Garcia-Romano y Maricel Occelli; Administración del proyecto, Leticia Garcia-Romano y Maricel Occelli.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el financiamiento otorgado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) a los proyectos PIBAA 28720210101027CO y PIBAA 28720210100582CO, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica al proyecto PICT-2018-1821 y la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba (SECyT-UNC) al proyecto 336 202301 00484 CB. También agradecemos a las autoridades, cuerpo docente y estudiantado del Instituto Superior de Formación Docente Nuestra Madre de la Merced (Córdoba, Argentina) por la ayuda brindada para concretar esta investigación.



REFERENCIAS

- Adúriz-Bravo, A. (2014). Revisiting school scientific argumentation from the perspective of the history and philosophy of science. In M. R. Mathews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1443-1472). Springer.
- Adúriz-Bravo, A. (2015). Pensamiento “basado en modelos” en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista del Instituto de Investigaciones en Educación. Facultad de Humanidades – UNNE*, 6(6), 20-31.
- Ageitos N., Puig B., & Calvo Peña X. (2017). Trabajar genética y enfermedades en secundaria integrando la modelización y la argumentación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 86-97. <http://hdl.handle.net/10498/18848>
- Archila, P. A. (2014). Are science teachers prepared to promote argumentation? A case study with pre-service teachers in Bogotá city. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 15(1).
- Boyle, E. A., Hainer, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., Lim, T., Ninaus, M., Ribeiro, C., & Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94, 178-192. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.003>
- Cabello Garrido, A., Cruz Lorite, I., España Naveira, P., Cebrián Robles, D., González García, F., España Ramos, E., & Blanco López, A. (2021). Uso de la cartografía de controversias para analizar la pandemia COVID-19. In A. M. Abril, A. Blanco & A. J. Franco (Eds), *Enseñanza de las ciencias en tiempos de COVID-19. De la investigación didáctica al aula* (pp. 21-33). Graó.
- Cardona, D., & Tamayo-Alzate, O. E. (2009). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 7(2), 1545-1571.
- Clark, D. B., & Sengupta, P. (2020). Reconceptualizing games for integrating computational thinking and science as practice: Collaborative agent-based disciplinarily-integrated games. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 328-346. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636071>
- Confrey, J. (2006). The Evolution of Design Studies as Methodology. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Science* (pp. 135-152). Cambridge University Press.
- Díaz Barriga, F. (2005). Principios de diseño instruccional de entornos de aprendizaje apoyados con TIC: un marco de referencia sociocultural y situado. *Tecnología y comunicación educativas*, 20(41), 4-16.
- Díaz Barriga, F. (2020). Currículo y pandemia: Tiempo de crisis y oportunidad de innovación disruptiva. *Revista Electrónica Educare*, 24, 1-5. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-42582020000400007



- Dori, Y. J., & Sasson, I. (2008). Chemical understanding and graphing skills in an honors case- based computerized chemistry laboratory environment: The value of bidirectional visual and textual representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(2), 219-250. <https://doi.org/10.1002/tea.20197>
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories. Contemporary Trends and Issues in Science Education* 43. Springer.
- Evagorou, M., Guven, D., & Mugaloglu, E. (2014). Preparing Elementary and Secondary Pre-Service Teachers for Everyday Science. *Science Education International*, 25(1), 68-78.
- García-Martínez, A., Struchiner, M., Quintanilla, M., Abella, S., Abella-Peña, L., Rodríguez-Malebrán, M., & Dos Santos Neto, R. (2024). Convergence of Digital Technologies in Science Teaching at School. In A. Marzabal & C. Merino (Eds.), *Rethinking Science Education in Latin-America. Contemporary Trends and Issues in Science Education* (Vol 59, pp. 309-328). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52830-9_16
- García Romano, L. (2017). Concepciones sobre argumentación de futuros docentes de Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, (número extraordinario), 2335-2341.
- García-Ruiz, C., Hierrezuelo-Osorio, J., & Lupión-Cobos, T. (2019). Applying Argumentation in Primary Pre-Service Teacher Education. A Teaching-Learning Sequence Using Collaborative Video Annotations. In O. Levrini & G. Tasquier (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference: The Beauty and Pleasure of Understanding: Engaging with Contemporary Challenges Through Science Education* (pp. 1409-1418). ALMA MATER STUDIORUM – University of Bologna.
- Gee, J. P. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*. Aljibe.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *Diez ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Crujeiras, B. (2017). Epistemic practices and scientific practices in science education. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science Education* (pp. 69-80). Sense.
- Jung, I. (2005). ICT-Pedagogy Integration in Teacher Training: Application Cases Worldwide. *Educational Technology & Society*, 8(2), 94-101.
- Ke, L., Sadler, T. D., Zangori, L., & Friedrichsen, P. J. (2020). Students' perceptions of socio-scientific issuebased learning and their appropriation of epistemic tools for systems thinking. *International Journal of Science Education*, 42(8), 1339-1361. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1759843>
- Kelly, M. (2020). Designing Game-Based Writing Projects to Foster Critical Ethical Reasoning in the English Classroom: A Case Study Using Plague Inc: Evolved. *Simulation & Gaming*, 52(2), 153-168. <https://doi.org/10.1177/1046878120953592>
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 85(3), 291-310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>



- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Paidós.
- Luehmann, A., & Frink, J. (2012). Web 2.0 Technologies, New Media Literacies, and Science Education: Exploring the Potential to Transform. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 823-838). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_55
- Luque-Jiménez, J., & García-Ruiz, C. (2024). Competencia digital del profesorado de Educación Secundaria en formación inicial: niveles de percepción y transferencia a la práctica. *Bordón, Revista de Pedagogía*, 76(2), 65-86. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2024.99976>
- Martín Gámez, C., & Erduran, S. (2018). Understanding argumentation about socioscientific issues on energy: a quantitative study with primary pre-service teachers in Spain. *Research in Science & Technological Education*, 36(4), 463-483.
- Marton, F. (1981). Phenomenography - describing conceptions of the world around us. *Instructional Science*, 10, 177-200.
- Occelli, M., & Garcia Romano, L. (2018). Los docentes de ciencias naturales y el "Programa Conectar Igualdad" en la ciudad de Córdoba (Argentina). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 29(56), 109-130.
- Occelli, M., & Malin Vilar, T. (2018). Los videojuegos: ¿Un problema de distracción o una oportunidad para aprender?. In M. Occelli, L. Garcia Romano, N. Valeiras & M. Quintanilla (Comp.), *Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos. Volumen I: Fundamentos y Reflexiones* (pp. 190-208). Editorial Bellaterra Ltda.
- Reis, P. (2021). Desafios à Educação em Ciências em Tempos Conturbados. *Ciência & Educação*, 27, e21000. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210000>
- Rinaudo, M. C., & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 22.
- Romero Ariza, M., & Quesada Armenteros, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 101-115.
- Ruiz Ortega, F. J., Márquez, C., & Tamayo, O. E. (2014). Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 53-70.
- Sadler, T. D., Romine, W. L., Stuart, P. E., & Merle-Johnson, D. (2013). Game-Based Curricula in Biology Classes: Differential Effects Among Varying Academic Levels. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(4), 479-499.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27. <https://doi.org/10.1002/sce.10101>
- Solano Araujo, I., Veit, E. A., & Moreira, M. A. (2008). Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation. *Computers & Education*, 50, 1128-1140.

- Soto, M., Cuellar, L., Ariza, Y., Marzábal, A., & Merino, C. (2023). La enseñanza y aprendizaje de las ciencias basadas en modelos y el rol mediador de las tecnologías. In C. Merino (Ed), *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias con Tecnologías* (pp. 13-35). Ediciones Universitarias de Valparaíso,
- Valverde-Berrocoso, J. (2016). La investigación en Tecnología Educativa y las nuevas ecologías del aprendizaje: Design-Based Research (DBR) como enfoque metodológico. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 60-73. <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2016/257931>
- Villada-Salazar, C. P., & Ruiz-Ortega, F. J. (2018). La Argumentación Multimodal en la Enseñanza de las Ciencias, un aporte a la Formación Inicial de Docentes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario). <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/8895>

*

Received: July 1, 2024

Revisions Required: September 11, 2024

Accepted: October 1, 2024

Published online: October 31, 2024

