

Revista

IBERO AMERICANA

de Educación / Educação

OEI

MONOGRÁFICO
VOL. 87 NÚM. 2

ISSN: 1022-6508
ISSNe: 1681-5653

septiembre-diciembre 2021
setembro-dezembro 2021

Educación Científica. Nuevas metodologías para una sociedad cambiante (2)

Educação Científica. Novas metodologias para uma sociedade em constante mudança (2)



© Madrid, OEI, 2021

Educación Científica. Nuevas metodologías para una sociedad cambiante (2)

Educação Científica. Novas metodologias para uma sociedade em constante mudança (2)

Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação

Vol. 87. Núm. 2

Septiembre-Diciembre / Setembro-Dezembro

178 páginas

Revista cuatrimestral / Revista quadrimestral

EDITA

Educación Superior, Ciencia y EFTP

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)

Bravo Murillo, 38. 28015 - Madrid, España / Tel.: (34) 91 594 43 82

rie@oei.int; <https://rieoei.org/RIE>

ISSN: 1022-6508 - ISSNe: 1681-5653

Depósito Legal: BI-1094-1993

Diseño de la cubierta: Noelia Gordon, OEI - Madrid

Foto de la portada: Shutterstock

TEMAS / TEMAS

Educación científica; STEM; didáctica de las ciencias experimentales, educación basada en evidencias.

Educação científica; STEM; didática das ciências experimentais; educação baseada em evidências.

La REVISTA es una publicación indizada en: / A REVISTA é uma publicação indexada em:

WOS: <https://clarivate.com/>

DOAJ: <https://doaj.org/>

REDIB: www.redib.org/

LATINDEX: www.latindex.unam.mx

Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/>

IRESE: www.iisue.unam.mx/iresie

ABES SUDOC: www.sudoc.abes.fr

Biblioteca Digital: www.oei.es/bibliotecadigital.php

Qualis - CAPES: <http://qualis.capes.gov.br/webqualis>

Portal periodicos. Capes: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

La Revista evalúa los trabajos mediante el sistema de arbitraje «ciego por pares» a través de especialistas externos a la Redacción.

A Revista avalia os trabalhos mediante o sistema de arbitragem «cego por pares» através de especialistas externos à Redação.

Todos los números MONOGRÁFICOS se encuentran digitalizados en acceso abierto en la página web de la revista. Además, la RIE edita números extraordinarios con investigaciones, ensayos e innovaciones educativas de otras áreas educativas, que complementan a los monográficos.

Todos os números TEMÁTICOS podem ser consultados em formato digital no site da revista. Também, a RIE apresenta números especiais não temáticos com investigações, estudos, inovações e ensaios para complementar em outras áreas de interesse educacional.

La OEI no se responsabiliza de las opiniones expresadas en los artículos firmados ni comparte necesariamente las ideas manifestadas en los mismos.

A OEI não se responsabiliza pelas opiniões expressas nos artigos assinados nem compartilha necessariamente as ideias manifestadas nos mesmos.



Director / Diretor: Francesc Pedró, UNESCO-IESALC

Secretaría de Redacción / Secretaria de Redação: Ana Capilla

Equipo de Redacción / Equipe de Redação: Bárbara García, Paula Sánchez-Carretero, Andrés Viseras
Traducción (portugués) / Tradução (português): Simone Nascimento

COORDINADORES DE ESTE NÚMERO / COORDENADORES DESTE NÚMERO

F. Javier Perales, Universidad de Granada (España)

David Aguilera, Universidad Isabel I (España)

CONSEJO EDITORIAL / CONSELHO EDITORIAL

Mariano Jabonero, Secretario General de la OEI

Otto Granados, ex Secretario de Educación Pública de México y presidente del Consejo Asesor de la OEI

Ángel Gabilondo, Universidad Autónoma de Madrid (España)

Alejandro Jorge Granimian, Universidad de New York (EE.UU.)

Ariel Fiszbein, Diálogo Interamericano (Argentina)

Axel Rivas, Universidad de San Andrés (Argentina)

Cecilia María Vélez, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Colombia)

Claudia Laura Limón Luna, CONCIUS (México)

Claudia Peirano, Fundación Educacional Oportunidad (Chile)

Emiliana Vegas, Center for Universal Education - Brookings Institution (EE.UU.)

María Claudia Uribe Salazar, Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.

Representante para Chile

Juan Ernesto Treviño Villareal, Pontificia Universidad Católica de Chile

Fernando M. Reimers, Universidad de Harvard (EE.UU.)

Héctor Valdés Véloz, Corporación Conciencia Educativa de Chile

Víctor Hugo Díaz Díaz, Consejo Nacional de Educación, Perú

Jaime Saavedra, Banco Mundial

Jorge Sainz González, Universidad Rey Juan Carlos (España)

José Augusto Brito Pacheco, Instituto de Educação do Minho (Portugal)

José Henrique Paim Fernandes, Centro de Gestão Municipal e Políticas Educacionais (Brasil)

José Joaquín Brunner, Universidad Diego Portales (Chile)

José David Weinstein Cayuela, Universidad Diego Portales (Chile)

Lorenzo Gomez Morin Fuentes, Secretaría de Educación del Gobierno de Baja California (México)

Margarita Peña, Universidad Jorge Tadeo Lozano (Colombia)

Maria Helena Guimarães de Castro, Universidad Estatal de Campinas - UNICAMP (Brasil)

Mariano Fernández Enguita, Universidad Complutense de Madrid (España)

Mariano Narodowski, Universidad Toruato Di Tella (Argentina)

Melina Gabriela Furman, Universidad de San Andrés (Argentina)

Rafael de Hoyos Navarro, Unidad de Educación para América Latina. Banco Mundial

Renato Esteban Operti Belando, Universidad Católica del Uruguay

Ricardo Cuenca Pareja, Instituto de Estudios Peruano - IEP (Perú).

Sergio Cárdenas Denham, Centro de Investigación y Docencia Económicas - CIDE (México)

CONSEJO CIENTÍFICO / CONSELHO CIENTÍFICO

Agustín de la Herrán Gascón, Universidad Autónoma de Madrid, España. ●

Américo Domingos Matindigue, Universidade Jean Piaget de Moçambique. ●

Ángel San Martín Alonso, Universidad de Valencia, España. ●

Ascensión Palomares Ruiz, Universidad de Castilla-La Mancha, España. ●

António Manuel Águas Borralho, Universidade de Évora, Portugal. ●

Carmen Nieves Pérez Sánchez, Universidad de La Laguna, España. ●

Cleci Werner da Rosa, Universidade de Passo Fundo, Brasil. ●

Edson Jorge Huairé Inacio, Universidad San Ignacio de Loyola (USIL), Perú. ●

Elsa Piedad Cabrera Murcia, Pontificia Universidad de Chile. ●

Francisco Ramos Calvo, Loyola Marymount University, EE.UU. ●

Gregorio Jiménez Valverde, Universidad de Barcelona, España. ●

Ileana Leonor Farre, Universidad del Chubut, Argentina. ●

Isabel María Gallardo Fernández, Universidad de Valencia, España. ●

Isabel Patricia Espiro Barrera, Universidad Santo Tomás, Chile. ●

Joan Andrés Traver Martí, Universidad Jaime I, España. ●

Jorge Bonito, Universidade de Évora, Portugal. ●

José Armando Salazar Ascencio, Universidad de La Frontera, Chile. ●

José Quintanal Díaz, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España. ●

Juan José Leiva Olivencia, Universidad de Málaga, España. ●

Juan Vicente Ortiz Franco, Fundación Universitaria Los Libertadores, Colombia. ●

Liliana Soares Ferreira, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. ●

Manuel Ferraz Lorenzo, Universidad de La Laguna, España. ●

Márcia Lopes Reis, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Brasil. ●

Marco Silva, Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, Brasil. ●

María Angeles González Galán, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España. ●

María Amelia Pídello Rossi, IRIICE-CONICET, Argentina. ●

María Clemente Linuesa, Universidad de Salamanca, España. ●

María Célia Borges, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil. ●

María del Carmen Lorenzatti, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. ●

María Eveline Pinheiro Villar de Queiroz, Ministério da Educação, Brasil. ●

María Inmaculada Egido Gálvez, Universidad Autónoma de Madrid, España. ●

María Jesús Vitón de Antonio, Universidad Autónoma de Madrid, España. ●

María José Bautista-Cerro Ruiz, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España. ●

María Teresa Gómez del Castillo, Universidad de Sevilla, España. ●

Ondina Pena Pereira, Universidade Católica de Brasília, Brasil. ●

Paulo Celso Ferrari, Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil. ●

Rafael Guimarães Botelho, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Brasil. ●

Rafael Pérez Flores, Universidad Autónoma Metropolitana, México. ●

Rosa Vázquez Recio, Universidad de Cádiz, España. ●

Ronilson Freitas de Souza, Universidade do Estado do Pará (UEPA), Brasil. ●

Sílvia Maria de Oliveira Pavão, Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Brasil. ●

Teresita Alzate Yepes, Universidad de Antioquia, Colombia. ●

Valentín Martínez-Otero Pérez, Universidad Complutense de Madrid, España. ●

William Moreno Gómez, Universidad de Antioquia, Colombia. ●

EVALUADORES DE DE ESTE NÚMERO / AVALIADORES DESTE NÚMERO

Aida Maria Torres Alfonso, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba <https://orcid.org/0000-0002-8892-9199>

Ana María Botella Nicolás, Universidad de Valencia (UV), España <https://orcid.org/0000-0001-5329-7152>

António Manuel Águas Borralho, Universidade de Évora, Portugal <http://orcid.org/0000-0001-8278-2958>

Antonio Torralba Burrial, Universidad de Oviedo, España <https://orcid.org/0000-0002-4657-2080>

Radu Bogdan Toma, Universidad de Burgos (UBU), España <https://orcid.org/0000-0003-4846-7323>

Cleci Teresinha Werner da Rosa, Universidade de Passo Fundo, Brasil <https://orcid.org/0000-0001-9833-8839>

Cristina Gil Puente, Universidad de Valladolid, España <https://orcid.org/0000-0001-5798-5694>

Davi Cavalcante Roque da Silva, Prefeitura Municipal de Valença, RJ, Brasil <https://orcid.org/0000-0002-4261-2424>

Ederval Pablo Ferreira da Cruz, Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Brasil <https://orcid.org/0000-0002-8545-9990>

Edison Trombete de Oliveira, Universidade de São Paulo (USP), Brasil <https://orcid.org/0000-0001-9938-4260>

Elsa Isabelinho Barbosa, Universidade de Évora (UE), Portugal <https://orcid.org/0000-0003-0039-5917>

Esther Paños Martínez, Universidad de Castilla-La Mancha, España <https://orcid.org/0000-0001-9219-855X>

Everton Viesba Viesba-Garcia, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Brasil <https://orcid.org/0000-0002-3200-8692>

Fátima Rodríguez Marín, Universidad de Sevilla (US), España <https://orcid.org/0000-0003-0771-5944>

Felipe Peraza Garay, Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), México <https://orcid.org/0000-0001-8619-8248>

Fernanda Matrigani Mercado, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil <https://orcid.org/0000-0002-0724-7379>

Francisco González García, Universidad de Granada, España <https://orcid.org/0000-0001-8127-9792>

Gorete Pereira, Universidade da Madeira <https://orcid.org/0000-0002-1804-810>

Gregorio Jiménez Valverde, Universidad de Barcelona, España <https://orcid.org/0000-0001-5662-5243>

Ileana Leonor Farre, Universidad del Chubut, Argentina <https://orcid.org/0000-0001-9774-3756>

Iñigo Rodríguez Arteché, Universidad de Alcalá de Henares, España <https://orcid.org/0000-0001-7904-6882>

Irantzu Uriz, Universidad Pública de Navarra, España <https://orcid.org/0000-0001-8915-8460>

Isabel García Rodeja, Universidad de Santiago de Compostela, España <https://orcid.org/0000-0001-5893-5229>

Isabella Sozza, Universidade de Santo Amaro, Brasil <https://orcid.org/0000-0001-8115-9745>

Jairo Ortiz-Revilla, Universidad de Burgos (UBU), España <https://orcid.org/0000-0002-9138-0832>

Jordi Domènech-Casal, Universidad Autónoma de Barcelona, España <https://orcid.org/0000-0002-7324-0000>

Jorge Bonito, Universidade de Évora, Portugal <https://orcid.org/0000-0002-5800-4393>

José Alberto Gallardo López, Universidad Pablo de Olavide (Sevilla, España) <https://orcid.org/0000-0003-3043-1676>

José Cantó Domenech, Universidad de Valencia, España <https://orcid.org/0000-0002-2441-4465>

José Miguel Vilchez González, Universidad de Granada, España <https://orcid.org/0000-0002-9768-1061>

José Reyes Ruiz Gallardo, Universidad de Castilla-La Mancha, España <https://orcid.org/0000-0003-3483-6906>

Juan Carlos Rivadulla López, Universidade da Coruña, España <https://orcid.org/0000-0002-5756-4371>

Leticia Rodrigues da Fonseca, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil <https://orcid.org/0000-0002-3528-2090>

Marcos Pinaque Varela, Universidad de Santiago de Compostela (USC), España <https://orcid.org/0000-0002-4026-8239>

Marília Andrade Torales Campos, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil <https://orcid.org/0000-0002-4026-8239>

Marta Romero Ariza, Universidad de Jaén (UJA), España <https://orcid.org/0000-0002-2930-4089>

Miguel Escalona Reyes, Universidad de Holguín (UHO), Cuba <https://orcid.org/0000-0002-4120-7310>

Nádia Cristina Guimarães Errobidart, (UFMS), Brasil <https://orcid.org/0000-0002-7240-5723>

Nerea Rodríguez Regueira, Universidade de Santiago de Compostela (USC), España <https://orcid.org/0000-0002-0369-3357>

Osmany Alfredo Carmentas Barrios, Red Nacional Universitaria del MES, Cuba <https://orcid.org/0000-0001-9242-2419>

Paola Andrea Dellepiane, Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA) <https://orcid.org/0000-0003-0194-7477>

Pablo Ángel Meira Cartea, Universidad de Santiago de Compostela (USC), España <https://orcid.org/0000-0003-0194-7477>

Paulo Celso Ferrari, Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil <https://orcid.org/0000-0003-1228-4736>

Pilar Jiménez Tejada, Universidad de Granada, España <https://orcid.org/0000-0002-1672-092X>

Rafael Pérez Flores, Universidad Autónoma Metropolitana, México. <https://orcid.org/0000-0001-4619-4063>

Ramón Bedolla Solano, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGRO), México <https://orcid.org/0000-0002-9382-3174>

Raquel Domínguez-Mora, Universidad de Guadalajara (UDG), México <https://orcid.org/0000-0002-9382-3174>

Robson de Sousa Nascimento, Universidade Federal da Paraíba (Brasil) <https://orcid.org/0000-0001-5538-8354>

Rocío Vizcaíno González, Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), Colombia <https://orcid.org/0000-0001-5538-8354>

Rodrigo Otavio dos Santos, Centro Universitário Internacional - UNINTER, Brasil <https://orcid.org/0000-0001-5090-1637>

Rosario Mérida Serrano, Universidad de Córdoba, España <https://orcid.org/0000-0001-9389-3263>

Rubén Gutiérrez-Priego, Universidad de Burgos (UBU), España <https://orcid.org/0000-0002-5026-3752>

Susanna Tesconi, Universidad Abierta de Cataluña, España <https://orcid.org/0000-0002-5399-768X>

Thais de Sá Gomes Novaes, Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Brasil <https://orcid.org/0000-0003-4837-2578>

Verónica Guilarte Moreno, Universidad de Granada (UGR), España <https://orcid.org/0000-0003-0937-2567>

Waleska Aldana Segura, Universidad de San Carlos de Guatemala <https://orcid.org/0000-0003-0937-2567>

MONOGRÁFICO / MONOGRÁFICO

Educación científica. Nuevas metodologías para una sociedad cambiante (2)

Educação Científica. Novas metodologias para uma sociedade em constante mudança (2)

Coordinadores / Coordenadores: F. Javier Perales y David Aguilera

Sumario / Sumário

Editorial

F. Javier Perales y David Aguilera. Presentación / Apresentação9

Monográfico

Jairo Ortiz-Revilla, Raquel Sanz-Camarero e Ileana M. Greca Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada13

María del Carmen Martínez-Silva, Gloria Elena Cruz-Sánchez y Raquel Aparicio-Cid, La educación científica infantil con perspectiva ecológica y social para la formación de ciudadanías participativas35

Taynara Rúbia Campos, Daniela Karine Ramos e Cláudia Regina de Brito, Aprendizagem de ciências no jogo digital Plague Inc.: análise de conteúdo em uma comunidade de jogadores.....51

Bruna Hamann, Maurício Capobianco Lopes e Daniela Tomio, Práticas educativas de campo em Clubes de Ciências: inventário e possibilidades de uso das tecnologias digitais67

Jesús Ribosa y David Duran, Cuando la curiosidad científica se transforma en un videotutorial para aprender enseñando: conocimiento del contenido, elaboración de las explicaciones y complejidad de las preguntas85

Carlos Enrique Rodríguez-Sarmiento, La educación científica rural en la modalidad *m-learning* y su afectación en la pandemia de la covid-19103

José Diego Silva Gomes, Albino Oliveira Nunes e Albano Oliveira Nunes, A produção do conhecimento sobre sala de aula invertida no ensino de Física: um olhar sobre a pós-graduação brasileira123

Maria Natália Mouta de Oliveira, Gilberto Dantas Saraiva, Maria Sonia Silva de Oliveira Veloso e° Antônio Joel Ramiro de Castro. O romance no ensino da Física Moderna e Contemporânea: uma proposta metodológica139

Manuel Vidal López, María D. Dapía Conde y Ricardo Escudero Cid, Usos y opiniones de los estudiantes de Educación Primaria sobre la metodología docente en la enseñanza de las ciencias153

Recensiones

Gema Pilar Sáez-Suanes, [Reseña del libro] Competencias docentes. 11 píldoras formativas para la excelencia y la equidad173

Laura García Docampo, [Reseña del libro] Primary and secondary education during Covid-19. Disruptions to Educational Opportunity During a Pandemic175



Presentación: Educación científica. Nuevas metodologías para una sociedad cambiante (2)

Apresentação: Educação Científica. Novas metodologias para uma sociedade em constante mudança (2)

F. Javier Perales¹  ; David Aguilera² 

¹ Universidad de Granada (UGR), España; ² Universidad Isabel I (UI1), España.

Una vez publicado el primer número del monográfico de la Revista Iberoamericana de Educación dedicado a la Educación Científica, aparece este segundo con los artículos que quedaron pendientes de la versión definitiva. Con él se completa lo que, a nuestro juicio, constituye una buena representación de la pujanza y diversidad de las investigaciones e innovaciones en esta área de conocimiento en el contexto iberoamericano.

El ámbito geográfico de este número abarca cuatro países: Brasil, Colombia, España y México. Desde el punto de vista de las etapas educativas implicadas los trabajos se extienden desde la educación infantil a la universitaria. En cuanto a la temática, abarca igualmente una diversidad de ellas y de enfoques de investigación. Así encontramos:

El estudio de revisión que firman Ortiz-Revilla, Sanz-Camarero y Greca, el cual aporta una necesaria reflexión sobre la fundamentación teórica de los modelos de enseñanza STEAM, tan en boga como sometidos a un necesario análisis crítico.

Con un sentido igualmente reflexivo se incluye el artículo de Martínez-Silva, Cruz-Sánchez y Aparicio-Cid, donde se resalta la importancia de plantear una enseñanza de la ciencia desde una perspectiva ecológica y social a partir de la etapa infantil, la cual se torna como una eficaz predictora de comportamientos sostenibles futuros.

Con una perspectiva empírica encontramos diferentes estudios que prueban distintas metodologías didácticas para enseñar ciencias. En concreto, se trabajan:

Após a publicação do primeiro número da monografia da Revista Ibero-Americana de Educação sobre Educação Científica, este segundo número contém os artigos que ficaram pendentes na versão final. Ela complementa o que, em nossa opinião, é uma boa representação da força e diversidade da pesquisa e da inovação nesta área do conhecimento no contexto ibero-americano.

O âmbito geográfico desta edição abrange quatro países: Brasil, Colômbia, Espanha e México. Do ponto de vista das etapas educacionais envolvidas, os trabalhos abrangem desde a educação infantil até a educação universitária. Em termos de assunto, também cobre uma ampla gama de tópicos e abordagens de pesquisa. Assim, encontramos:

O estudo de revisão assinado por Ortiz-Revilla, Sanz-Camarero e Greca, que proporciona uma reflexão necessária sobre os fundamentos teóricos dos modelos de ensino STEAM, tanto em voga como sujeitos a uma análise crítica necessária.

O artigo de Martínez-Silva, Cruz-Sánchez e Aparicio-Cid é igualmente reflexivo, destacando a importância do ensino da ciência a partir de uma perspectiva ecológica e social desde a fase infantil, que se torna um preditor eficaz do comportamento sustentável futuro.

De uma perspectiva empírica, encontramos diferentes estudos que testam diferentes metodologias didáticas para o ensino da ciência. Especificamente, são trabalhados os seguintes aspectos:

El aprendizaje basado en el juego. Regina de Brito, Rúbia-Campos y Karine-Ramos utilizan juegos digitales que movilizan conocimientos relativos a los microorganismos, patógenos o gestión de epidemias. Ello con la intención de mejorar la educación científica de los jugadores y reforzar conductas sociosanitarias deseables en tiempos de pandemia.

El aprendizaje asistido por tecnología educativa. Hamann, Lopes y Tomio desarrollan un estudio de encuesta a fin de inventariar los recursos digitales utilizados por los clubes de ciencia, realizando propuestas para utilizarlos en las prácticas de campo.

El aprendizaje basado en la creación. Ribosa y Durán presentan el proyecto de innovación educativa Bikos, en el que el alumnado se enfrenta al reto de crear tutoriales con el fin de enseñar conceptos científicos a otros compañeros.

El mobile learning. Rodríguez-Sarmiento prueba el uso de dispositivos electrónicos móviles para favorecer el aprendizaje de la Física en tiempos de pandemia y confinamiento domiciliario.

El aula invertida o flipped classroom. Gomes, Oliveira-Nunes y Oliveira-Nunes analizan el impacto de las clases invertidas en la enseñanza de la Física a partir de un análisis de contenido de tesis y disertaciones.

El storytelling. Mouta de Oliveira, Dantas Saraiva, Silva de Oliveira Veloso y Ramiro de Castro utilizan la novela para enseñar conocimientos físicos, como el efecto fotoeléctrico, la dualidad onda-partícula o el Principio de Incertidumbre, además de visibilizar las aplicaciones cotidianas de la Física.

Por último, Vidal-López, Dapía-Conde y Escudero-Cid han recabado las opiniones de estudiantes de Primaria sobre las diversas metodologías utilizadas por sus docentes para la enseñanza de las ciencias.

Esperamos que esta segunda entrega sea también de utilidad para los lectores de la *Revista Iberoamericana de Educación* y contribuya a la mejora de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en sus respectivos ámbitos de actuación.

Aprendizagem baseada em jogos. Regina de Brito, Rúbia-Campos e Karine-Ramos usam jogos digitais que mobilizam conhecimentos relacionados a microorganismos, patógenos ou manejo de epidemias. O objetivo é melhorar a educação científica dos atores e reforçar os comportamentos sócio-sanitários desejáveis em tempos de pandemias.

Aprendizagem assistida por tecnologia educacional. Hamann, Lopes e Tomio desenvolveram um estudo de levantamento para inventariar os recursos digitais utilizados pelos clubes científicos, fazendo propostas para seu uso nas práticas de campo.

Aprendizagem baseada na criação. Ribosa e Durán apresentam o projeto de inovação educacional Bikos, no qual os alunos enfrentam o desafio de criar tutoriais a fim de ensinar conceitos científicos a outros alunos.

O mobile learning. Rodríguez-Sarmiento testa o uso de dispositivos eletrônicos móveis para promover a aprendizagem da Física em tempos de pandemia e de confinamento domiciliar.

O flipped classroom. Gomes, Oliveira-Nunes e Oliveira-Nunes analisam o impacto das salas de aula invertidas no ensino da Física com base na análise do conteúdo de teses e dissertações.

O storytelling. Mouta de Oliveira, Dantas Saraiva, Silva de Oliveira Veloso e Ramiro de Castro utilizam o romance para ensinar conhecimentos de física, como o efeito fotoelétrico, a dualidade onda-partícula ou o Princípio da Incerteza, bem como para tornar visíveis as aplicações cotidianas da Física.

Finalmente, Vidal-López, Dapía-Conde e Escudero-Cid coletaram as opiniões dos alunos do ensino fundamental sobre as diferentes metodologias utilizadas por seus professores para ensinar ciência.

Esperamos que este segundo número também seja útil para os leitores da *Revista Ibero-americana de Educação* e que contribua para a melhoria do ensino e da aprendizagem das ciências em suas respectivas áreas.



Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada

Jairo Ortiz-Revilla ¹ 

Raquel Sanz-Camarero ¹ 

Ileana M. Greca ¹ 

¹ Universidad de Burgos (UBU), España

Resumen. La sociedad cambia rápidamente pero el sistema educativo no está siguiendo un camino paralelo, generándose una urgente necesidad de renovación educativa. En este sentido, la educación integrada de ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (i-STEAM) representa un enfoque educativo en plena expansión, que se postula alineado con las necesidades educativas de la sociedad; prueba de ello es el continuo incremento de publicaciones en esta línea de investigación. Existe una clara predominancia de estudios empíricos sobre este enfoque, mientras que su fundamentación teórica está menos desarrollada, lo que suscita un problema para definir su potencial educativo. En este estudio identificamos y revisamos los distintos modelos teóricos desarrollados para la i-STEAM publicados en revistas de alto impacto con el objetivo de realizar una reflexión crítica y de evaluar el alcance real de este enfoque. Los resultados obtenidos evidencian que, si bien existen algunos trabajos que muestran aspectos teóricos relevantes, aún hay pocos con marcos teóricos que proporcionen una fundamentación robusta y holística (teniendo en cuenta aspectos epistemológicos, psicológicos y didácticos) para la i-STEAM. A la luz de estos resultados recalcamos la necesidad de seguir trabajando en el soporte teórico de este enfoque, que permita a los docentes implementarlo de manera efectiva.

Palabras clave: i-STEAM; fundamentación teórica; revisión sistemática; revisión estudio por estudio.

Um olhar crítico sobre os modelos teóricos da educação STEAM integrada

Resumo. A sociedade está mudando rapidamente, mas o sistema educacional não está seguindo um caminho paralelo, gerando uma necessidade urgente de renovação educacional. Neste sentido, a educação integrada de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática (i-STEAM) representa uma abordagem educacional em plena expansão, que é postulada para estar alinhada com as necessidades educacionais da sociedade; prova disso é o aumento contínuo de publicações nesta linha de pesquisa. Há uma clara predominância de estudos empíricos sobre esta abordagem, enquanto sua base teórica é menos desenvolvida, o que levanta um problema na definição de seu potencial educacional. Neste estudo, identificamos e revisamos os diferentes modelos teóricos desenvolvidos para o i-STEAM publicados em revistas de alto impacto com o objetivo de fazer uma reflexão crítica e avaliar o alcance real desta abordagem. Os resultados obtidos mostram que, embora existam alguns trabalhos que mostram aspectos teóricos relevantes, ainda existem poucas estruturas teóricas que fornecem uma base robusta e holística (levando em conta aspectos epistemológicos, psicológicos e didáticos) para o i-STEAM. À luz destes resultados, enfatizamos a necessidade de um trabalho adicional sobre a base teórica desta abordagem, que permitirá aos professores implementá-la de forma eficaz.

Palavras-chave: i-STEAM; fundamentação teórica; revisão sistemática; revisão estudo por estudo.

A critical look at theoretical models on integrated STEAM education

Abstract. Society is changing rapidly and the educational system is not following a parallel path, generating an urgent need for educational renewal. In this sense, integrated science, technology, engineering, arts and mathematics education (i-STEAM) represents an educational approach in full expansion which is postulated to be aligned with the educational needs of society; proof of this is the continuous increase of publications in this line of research. There is a clear predominance of empirical studies on this approach, while its theoretical foundation is less developed, which raises a problem in defining its educational potential. In this study we identify and review the different theoretical models developed for i-STEAM published in high impact journals with the aim of making a critical reflection and assessing the real scope of this approach. The results obtained show that, although there are some papers that show relevant theoretical aspects, there are still few works with theoretical frameworks that could provide a robust and holistic foundation (considering epistemological, psychological and didactical aspects) for i-STEAM education. In light of these results, we emphasize the need to continue working on the theoretical support of this approach, which would allow teachers to implement it effectively.

Keywords: i-STEAM; theoretical foundation; systematic review; study by study review.

1. Introducción

Las carencias en la alfabetización integral y, con ello, científica, de la ciudadanía se visibilizan como un objeto recurrente de investigación, principalmente desde la investigación educativa. El estancamiento del desarrollo del alumnado en este sentido desde las primeras etapas educativas se atribuye, en buena medida, a la herencia dejada por la enseñanza tradicional (European Commission, 2007; Osborne y Dillon, 2008), cuestión en la que parece existir un consenso en la literatura. Entre otros aspectos, la clase tradicional y expositiva ha sido señalada como una de las mayores limitaciones del sistema educativo actual, siendo necesaria una renovación educativa acorde a los nuevos tiempos. Al respecto, el surgimiento de las denominadas metodologías activas ha significado dar un paso al frente en el camino hacia cambio, reportando resultados positivos y alentadores, como es el caso, por ejemplo, de la metodología de indagación (Aguilera et al., 2018; Romero-Ariza, 2017). Sin embargo, son cada vez más los autores que también refieren explícitamente las limitaciones que la enseñanza tradicional implica por su tratamiento compartimentado y aislado de los contenidos curriculares, alertando de la importancia de la integración disciplinar para un proceso de enseñanza-aprendizaje significativo (Bybee, 2013; Connor et al., 2015; Develaki, 2020; National Research Council [NRC], 2014, entre otros). Es desde de esta vertiente donde surge el abordaje educativo de la i-STEAM o educación STEAM integrada.

El ideario de integración disciplinar puede remontarse hasta Dewey (1859-1952) y ha sido recurrente en los debates y movimientos de reforma educativa desde el siglo pasado, en los cuales se han empleado argumentos psicológicos, epistemológicos y pedagógicos. En este momento, la integración parece ser liderada por la i-STEAM, la cual se postula como uno de los enfoques educativos con mayores expectativas para la mejora del desarrollo integral del alumnado a lo largo de las diferentes etapas educativas. De hecho, cada día surgen más publicaciones, llevadas a cabo desde multitud de contextos y lugares del mundo, que presentan intervenciones STEAM, propuestas, secuencias, actividades, etc. Sin embargo, así como estas publicaciones de carácter empírico se acumulan reportando beneficios en diferentes sentidos (Ata Aktürk y Demircan, 2017; Kang, 2019), existe una carencia de reflexiones teóricas profundas, meditadas y detalladas sobre la fundamentación teórica de la i-STEAM, cuestión que ya ha sido advertida por algunos autores (Aguilera y Ortiz-Revilla, 2021; McComas y Burgin, 2020; Millar, 2020; Zeidler, 2016).

Para evaluar el alcance real de la i-STEAM, resulta imprescindible reflexionar explícitamente sobre las cuestiones teóricas relacionadas con este enfoque, los fundamentos psicológicos y didácticos que sustentan su aplicación y sus eventuales beneficios, así como los posicionamientos epistemológicos y axiológicos a partir de los cuales se plantean (Ortiz-Revilla et al., 2020; Reynante et al., 2020). Solo de este modo se podrá aprovechar su potencial educativo.

Por ello, el objetivo de este estudio es realizar una reflexión crítica sobre los distintos modelos teóricos desarrollados para la i-STEAM y evaluar el alcance real de este enfoque.

2. Encuadre teórico

Han pasado poco más de tres décadas desde la aparición del acrónimo inglés STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) en el seno de la National Science Foundation (NSF). En sus inicios, y encuadrado en la preocupación de Estados Unidos por fomentar el aumento de mano de obra cualificada en las áreas científico-tecnológicas (Sanders, 2008), STEM emergió como un acrónimo de fácil memorización para referir a los planes de estudio relacionados con las cuatro disciplinas que lo componen y luego se empleó para describir los proyectos sobre tales disciplinas financiados por la NSF. Así, STEM se ha venido utilizando como una etiqueta genérica para mencionar cualquier evento, política, programa o práctica que implique a una o más de las disciplinas que lo componen (Bybee, 2010), convirtiéndose en un acrónimo polivalente y, sobre todo, popular. Tan popular, que ha dado lugar a lo que Sanders (2008) ha definido como STEMmanía: casi cualquier cosa excitante y nueva en educación se califica (erróneamente) como educación STEM (por ejemplo, el uso de robots).

En el transcurso de este camino ha confluído la noción de integración disciplinar, dando lugar a toda una amalgama de interpretaciones educativas de STEM (Breiner et al., 2012; Ritz y Fan, 2015) y, por tanto, a un significado aún ambiguo (Martín-Páez et al., 2019). Este enfoque integrador, que trasciende al significado primitivo de STEM, fue denominado educación STEM integrada (Kelley y Knowles, 2016), y supuso el germen de una línea de investigación y práctica educativa a la cual, más recientemente, se incluyeron las artes, dando lugar al acrónimo STEAM. Cabe destacar que las artes no quedan circunscriptas a la música, la plástica o la literatura, sino que “incluyen áreas como, por ejemplo, la sociología, la psicología, la historia, las bellas artes, la filosofía e, irónicamente, la educación” (Zeidler, 2016, p.17).

La estructura del enfoque STEAM comenzó a desarrollarse hace algo más de una década con el objetivo de alcanzar una educación holística e integradora, capaz de adaptarse a las numerosas combinaciones disciplinares que conforman las diferentes direcciones que persiguen las personas en la sociedad (Yakman, 2008). Esta ampliación del abanico disciplinar se considera un avance significativo con respecto a su predecesora, afirmándose que centrarse en STEM sin las “Artes”, excluye necesariamente áreas importantes que informan y contextualizan la ciencia.

Así, se ha argumentado que la i-STEAM combina el trabajo estético y analítico característico de los modos de pensamiento de las artes y las ciencias y puede conducir a un aprendizaje transversal y sostenido (Bequette y Bequette, 2012). Un elemento que aparece reiteradamente desde las primeras conceptualizaciones sobre los abordajes i-STEAM es su carácter transdisciplinar y, en ese sentido, ligado a una postura epistemológica que entiende que la resolución de los problemas a los que nos enfrentamos como sociedad no pueden ser abordados mediante un enfoque exclusivamente disciplinar (Herro y Quigley, 2017). Por ello, varios autores defienden que “el objetivo de este enfoque es preparar a los estudiantes para resolver los problemas más acuciantes del mundo mediante la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación eficaz, la colaboración y, en última instancia, los nuevos conocimientos” (Quigley y Herro, 2016, p.410). De este modo, la i-STEAM parece implicar

una formación cuya finalidad es el desarrollo competencial integral del alumnado para su acción en la sociedad (Greca et al., 2021; Ortiz-Revilla, 2020; Ortiz-Revilla et al., 2018; Ortiz-Revilla, Greca y Meneses-Villagrà, 2021).

3. Preguntas de investigación

Ante este panorama, nos planteamos las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las características de los modelos teóricos desarrollados para la i-STEAM?
- ¿Qué carencias es posible detectar en esos modelos en cuanto a su utilidad para una implementación y evaluación efectivas de la i-STEAM?

4. Metodología

Para dar respuesta a las preguntas de investigación anteriores, realizamos una revisión de la literatura con dos fases diferenciadas. En primer lugar, se llevó a cabo una revisión sistemática para recuperar los artículos que presentaban modelos teóricos sobre i-STEAM; concretamente, el proceso de selección se diseñó de acuerdo con la Declaración PRISMA para informar revisiones sistemáticas (Moher et al., 2009). En segundo lugar, se llevó a cabo una revisión bibliográfica “estudio por estudio” (Creswell y Guetterman, 2019) para efectuar su análisis en profundidad.

4.1 Procedimiento de selección de los artículos

Para la revisión sistemática, se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos Web of Science (WOS) y Scopus. La clave de búsqueda introducida consistió en la introducción de los términos *STEAM* y *educat* OR teach* OR learn** en el campo *topic*, recuperando todos los documentos que presentaban estos términos bien en su título, resumen o palabras clave.

La búsqueda realizada en WOS reportó 1535 resultados y la ejecutada en SCOPUS 3054 resultados que, tras refinar mediante el filtro tipo de documento para incluir solo artículos, se redujo a 864 y 1339 resultados, respectivamente. Continuando con el refinado se empleó el filtro año de publicación para incluir solo los trabajos publicados entre 2008 (año en que, como hemos comentado, nació el acrónimo STEAM) y 2021 (ambos inclusive), el cual redujo a 729 los artículos procedentes de WOS y a 932 de SCOPUS que, tras un último refinado mediante el filtro idioma para incluir solo los artículos en inglés o español se redujeron a 697 de WOS y 841 de SCOPUS. De este total de 1538 artículos, se eliminaron 447 duplicados.

A continuación, se procedió a leer el título, el resumen y las palabras clave de los 1091 artículos filtrados, eliminándose 608 por no pertenecer a la temática de estudio (criterio 1 de exclusión) y 449 por no presentar un modelo teórico sobre i-STEAM (criterio 2 de exclusión). De este modo, quedaron 34 artículos que parecían presentar un modelo teórico, los cuales se leyeron completamente, descartándose 20 de ellos por no presentar una explicación del modelo teórico (criterio 3 de exclusión) y 5 más debido a que, si bien presentaban un modelo teórico, la información aportada era insuficiente para su análisis (criterio 4 de exclusión). Por tanto, quedaron 9 artículos para la revisión final.

Posteriormente, se realizó la revisión estudio por estudio de los artículos finales. Todo este proceso se muestra con un diagrama de flujo (Figura 1).

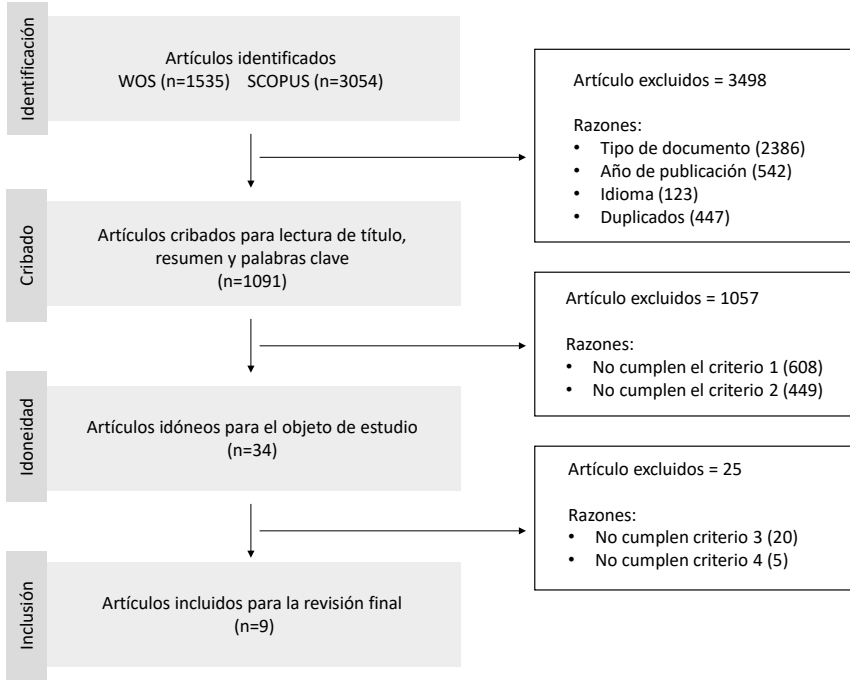


Figura 1. Diagrama de flujo del procedimiento de selección de artículos.
Fuente: elaboración propia.

5. Resultados

Los resultados se presentan divididos en dos partes. En la primera, se realiza una descripción de los parámetros generales del corpus bajo estudio y, en la segunda, se presenta la revisión en profundidad, donde se muestran las características centrales de cada modelo teórico propuesto.

5.1 Descripción general de los estudios

La Tabla 1 muestra un conjunto de parámetros de los artículos seleccionados: autores del estudio y año de su publicación, revista en la que está publicado el estudio, países de desarrollo, etapas educativas a las que se enfoca el modelo, tipo de integración disciplinar, objetivos de la i-STEAM, presencia de algún ejemplo de su aplicación práctica y evaluación de los resultados obtenidos tras su aplicación.

Tabla 1. Descripción general del corpus bajo estudio.

Autores (año)	Revista	País	Etapas educativas	Integración disciplinar	Objetivo/s de STEAM	Ejemplo aplicación práctica	Evaluación
Quigley, Herro y Jamil (2017)	School Science and Mathematics	Estados Unidos	Educación Primaria y Educación Secundaria	Transdisciplinar	Fomentar las habilidades de resolución de problemas	Sí	No
Chu, Martin y Park (2019)	International Journal of Science and Mathematics Education	Australia y República de Corea	Educación Primaria y Educación Secundaria	Multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar	Aprendizaje de las ciencias	Sí	No
Kim y Chae (2016)	Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education	República de Corea	Educación Secundaria	Interdisciplinar	Desarrollar las habilidades de resolución de problemas reales	Sí	Sí
Lin y Tsai (2021)	Journal of Science Education and Technology	Taiwán	Educación Secundaria	Interdisciplinar	Desarrollar una competencia práctica en la resolución de problemas medioambientales	Sí	Sí
Kim (2016)	Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education	República de Corea	Educación Secundaria	Multidisciplinar	Experimentar la investigación académica y crear un producto	Sí	Sí
Wannapiroon y Petsangsri (2020)	TEM Journal	Tailandia	Educación universitaria	No se especifica	Potenciar el pensamiento creativo y la innovación creativa	Sí	Sí
Trott, Even y Frame (2020)	Sustainability Science	Estados Unidos y Haití	Educación Primaria y Educación Secundaria (contexto no formal)	Transdisciplinar	Facilitar la acción colaborativa en materia de sostenibilidad	Sí	No
Kummanee, Nilsook y Wannapiroon (2020)	International Journal of Information and Education Technology	Tailandia	Formación Profesional	No se especifica	Desarrollar innovadores profesionales	No	No
Costantino (2018)	Arts Education Policy Review	Estados Unidos	Educación universitaria	Transdisciplinar	Analizar, enmarcar y modelizar problemas del mundo real	Sí	No

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, los estudios se han desarrollado en los últimos seis años, por autores que pertenecen a centros de investigación de Estados Unidos, Australia y de países del sudeste asiático. Los modelos abarcan todas las etapas educativas excepto la Educación Infantil, con un fuerte énfasis en la transdisciplinariedad. También se observa que la mayoría de estudios postula como objetivo de los abordajes i-STEAM el fomento de habilidades para la resolución de problemas del mundo real, entre ellos, los problemas relacionados con la sostenibilidad o el medio ambiente. Aunque la amplia mayoría de los estudios muestran ejemplos para la aplicación del modelo que plantean y lo llevan efectivamente a la práctica, más de la mitad de ellos no reporta los resultados obtenidos tras su aplicación.

5.2 Revisión en profundidad

A continuación, se presenta la revisión en profundidad estudio por estudio, donde se comienza por aclarar el propósito de cada estudio y se extraen los aspectos de relevancia estructural de cada modelo de i-STEAM planteado. Dado que resulta aclaratorio el uso de imágenes que sintetizan los modelos planteados, para aquellos casos en los que se proporciona y se ha considerado pertinente, se ha recogido también la imagen original y se ha traducido al español, manteniendo la estética del original (y en los casos necesarios el idioma original), para esta revisión.

El propósito de Quigley et al. (2017) es proponer un modelo conceptual para STEAM que proporcione a los educadores una vía para comprender y poner en práctica una instrucción STEAM eficaz. Su modelo está organizado en dos dominios: el contenido instructivo y el contexto de aprendizaje, abarcando un total de seis dimensiones esenciales. Por una parte, el contenido instructivo incluye las dimensiones del material didáctico de partida, la integración disciplinar y las habilidades para la resolución de problemas. La primera dimensión plantea que el punto de partida de las múltiples disciplinas debe ser problemas del mundo real (incluyendo conceptos, métodos y enfoques). En esta dimensión, también se indica cómo esos problemas deben posibilitar los objetivos de aprendizaje atendiendo a cuatro criterios: la instrucción centrada en el problema, el propósito del contenido, la alineación de los estándares y la consideración de las disciplinas. La segunda dimensión destaca que el profesorado debe presentar el material de las diferentes disciplinas o áreas de contenido (ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) de forma clara y conectada, considerándose la conexión de los contenidos, las estrategias de enseñanza y la síntesis entre disciplinas. La tercera dimensión representa la forma en que el profesorado debe fomentar el desarrollo de las habilidades cognitivas, de interacción y creativas necesarias para la resolución eficaz de problemas. Por otra parte, el contexto de aprendizaje incluye las dimensiones de enfoques pedagógicos, prácticas de evaluación y participación equitativa. La primera de estas dimensiones contempla el modo en que el profesorado estructura el entorno del aula, las tareas y los recursos para facilitar el aprendizaje, creando entornos ricos para la realización de indagaciones en múltiples dominios, que integren la tecnología. La segunda se enfoca al proceso iterativo de perfeccionamiento de la instrucción y de la evaluación del aprendizaje utilizando múltiples formas de datos en un contexto real e implicando la alineación auténtica, la retroalimentación periódica, los ajustes basados en datos y la reflexión del alumnado. La tercera dimensión cubre el modo en que el aula facilita

el acceso y la participación en el aprendizaje del alumnado con atención específica a las capacidades y recursos, contemplando la relevancia de la tarea, la diversidad, la responsabilidad y la elección del estudiante. Los autores proporcionan algunos escenarios para llevar a la práctica su modelo, sin embargo, existe una ausencia de aplicación real y de evaluación de resultados.

Chu et al. (2019) proponen un marco teórico para que los docentes desarrollen un programa STEAM encaminado a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en un contexto intercultural. Contemplan tres elementos, que reúnen aspectos epistemológicos, psicológicos y metodológicos. En coherencia con su objetivo intercultural, se basan en el socioconstructivismo, asumiendo que los sujetos construimos colectivamente conocimiento, interactuando de manera colaborativa con otros y con el entorno, aspecto que es reforzado por su adopción del aprendizaje situado como postura psicológica, que ubica al aprendizaje como producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla. Desde el punto de vista metodológico, adoptan el modelo cíclico de instrucción 5E aplicado a la enseñanza basada en la indagación, un enfoque de aprendizaje cíclico que guía a los estudiantes a través de actividades que contemplan cinco etapas: participar, explorar, explicar, elaborar y evaluar. Así, una típica lección STEAM comienza con la etapa de participación, donde el compromiso se consigue haciendo que los estudiantes vean o experimenten un evento o un fenómeno en el que aparezca el concepto científico que se quiere abordar. Es decir, se parte de una situación, real o creada por los docentes, que debe ser necesariamente vivenciada, donde los estudiantes exploran y comparten. A continuación, en la fase de exploración, se procede a establecer discusiones en pequeños grupos para explorar conceptos a través de actividades prácticas que conducen a la generación de preguntas de indagación como, por ejemplo, ¿por qué? o ¿cómo? En respuesta a estas preguntas los estudiantes crean modelos explicativos que comparten con otros estudiantes en la etapa de explicación, redefiniéndose y perfeccionándose de manera colaborativa en la etapa de elaboración para, finalmente, ser evaluados con un modelo preciso en la última etapa de evaluación. Los autores realizaron una aplicación práctica de su modelo en cuatro colegios de Educación Primaria y dos de Educación Secundaria de Australia y República de Corea; no obstante, no reportan la evaluación en su manuscrito.

El propósito de la investigación de Kim y Chae (2016) es desarrollar un programa STEAM con la utilización elementos musicales tradicionales para diseñar una propuesta educativa convergente. Los autores proponen un marco de referencia que adhiere a tres pasos básicos propuestos por la Fundación Coreana para el Avance de la Ciencia y la Creatividad (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity [KOFAC], 2012) (véase Figura 2): la presentación de la situación, el diseño creativo y el toque emocional, utilizados para potenciar las habilidades de resolución de problemas del mundo real en el alumnado. Estos elementos proporcionan experiencias de aprendizaje en las que convergen conocimientos y procesos relacionados con diversas áreas científico-tecnológicas, que impulsan a los estudiantes a resolverlas por iniciativa propia. Dentro del primer paso, según los autores, es importante que el alumnado reconozca que el problema está conectado con sus vidas y lo pueda relacionar con el mundo real. En el segundo paso, se anima a los estudiantes a resolver

el problema de forma creativa, buscando sus propias soluciones. Además, el propósito de este paso es desarrollar tanto la creatividad como las habilidades de comunicación a través de una actividad de aprendizaje cooperativo. Por último, se busca ampliar el dominio afectivo del objetivo educativo y se subraya la importancia del corazón al experimentar y explorar una situación de aprendizaje, ayudando a los estudiantes a desarrollar la percepción, la expresión y la simpatía. Este programa se aplicó con 26 estudiantes de undécimo grado, cuyos resultados apuntan a que reconocieron el significado, la necesidad y la potencialidad de STEAM como un procedimiento de resolución de problemas, además de aumentar su alfabetización en estas áreas.

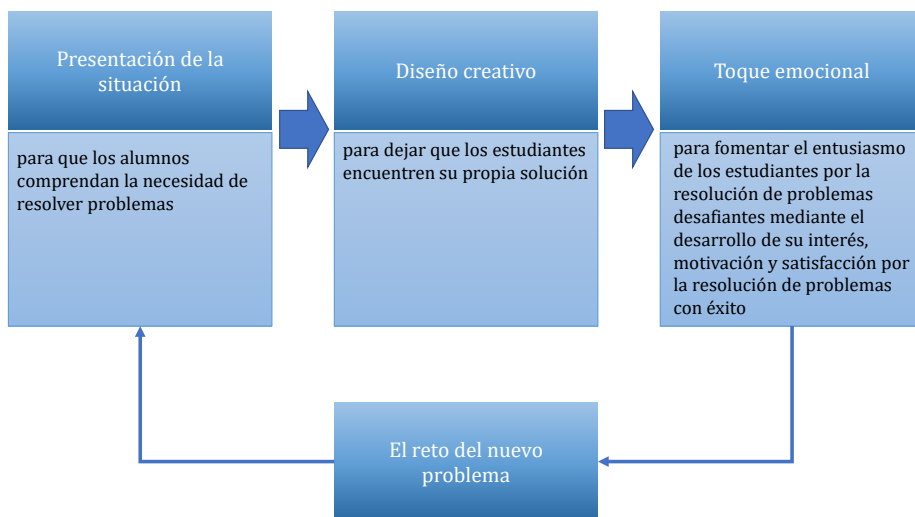


Figura 2. Marco de referencia para STEAM propuesto por KOFAC (2012).

Fuente: Adaptada de "The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture", de H. Kim y D-H. Chae, 2016, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), p. 1927 (<https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1539a>). CC BY 4.0.

Lin y Tsai (2021) crean un modelo pedagógico (véase Figura 3) con el objetivo de implementar planes de estudio STEAM interdisciplinarios, que abordan las ciencias (biología, química y ciencias de la tierra), la tecnología (biotecnología, tecnología de la información y tecnología verde), la ingeniería (tecnología viva, tecnología de prevención de desastres y aplicaciones electromecánicas), el arte (argumentación científica, dibujo científico, creatividad cultural y escritura científica) y las matemáticas (razonamiento lógico). Para ello, adoptan cinco estrategias pedagógicas: andamiaje, tutoría, participación, argumentación y modelado. Estas cinco estrategias parten de un andamiaje didáctico interdisciplinar, ofrecido por los docentes mediante cursos transversales y recursos de aprendizaje (encuestas, bio indicadores, diseño de productos ecológicos, juegos y animaciones para el desarrollo de habilidades de modelización, etc.) para ayudar a los estudiantes a comprender y completar las tareas propuestas en cada fase del proyecto. Se usa una metodología basada en proyectos de corte ambiental, desarrollada en grupos. En este contexto, a cada grupo se le asigna un profesor que guía y aporta conocimientos para que puedan terminar el proyecto. A lo largo del plan de estudios se trabaja con experimentos, diseños y controversias socio-científicas

para el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión de las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Los estudiantes también desarrollan actividades de modelado en el proceso de resolver el proyecto. Finalmente, deben usar métodos científicos para completar los productos desarrollados en su proyecto y un informe final. Este modelo fue implementado con 114 estudiantes de Educación Secundaria en Taiwán, evaluándose una mejora de la competencia para realizar proyectos y de su motivación, así como una percepción positiva del modelo.



Figura 3. Modelo pedagógico STEAM propuesto por Lin y Tsai (2021).

Fuente: Adaptada de "The effect of a pedagogical STEAM model on students' project competence and learning motivation", de C-L. Lin y C-Y. Tsai, 2021, *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), p. 114 (<https://ijpe.penpublishing.net/arsiv/24>). Copyright 2020 Springer Nature B.V. Reproducida con autorización.

El propósito principal de Kim (2016) es construir un modelo educativo convergente que utiliza contenidos científicos tradicionales coreanos como medio para conectar STEAM y las Humanidades. A través de un enfoque disciplinar paralelo, se aborda un tema que se desarrolla a través de ocho materias, conformando un estudio multidisciplinar. El autor compara este modelo con la estructura de una rueda, donde el tema central representa el eje; los estudios disciplinares corresponden a los ocho radios que engloban las cinco áreas de STEAM y las tres áreas adicionales de Humanidades; y el estudio multidisciplinar es la llanta (véase parte a de la Figura 4). De este modo, el alumnado ha de comenzar por adquirir un conocimiento completo del tema extraído de los contenidos. Posteriormente, selecciona uno de los ocho estudios disciplinares desde el que lleva a cabo su proyecto durante el primer periodo escolar de cinco meses, en el que aprende, al menos, los métodos de recogida de datos e información, de resumen y análisis de material diverso y de elaboración de informes. El segundo periodo escolar de otros cinco meses se enfoca a que cada equipo de estudiantes comunique los resultados de su investigación y se proceda a la fase de estudio multidisciplinar convergente. Dentro de esta fase, el alumnado desarrolla un producto a través de un proceso jerarquizado en cuatro niveles: datos, información, conocimiento y producto (véase parte b de la Figura 4). Así, experimenta la creación

de productos mediante la convergencia de conocimientos, que va más allá de la simple combinación de los conocimientos de varios campos. Este modelo fue aplicado con 60 estudiantes en dos escuelas de Educación Secundaria de la República de Corea, detectándose niveles altos de satisfacción. El estudiantado consideró que la propuesta fue especialmente útil para la exploración de su trayectoria profesional, así como para la mejora de sus habilidades comunicativas y, en menor medida, para la mejora de su pensamiento lógico y de su logro académico.

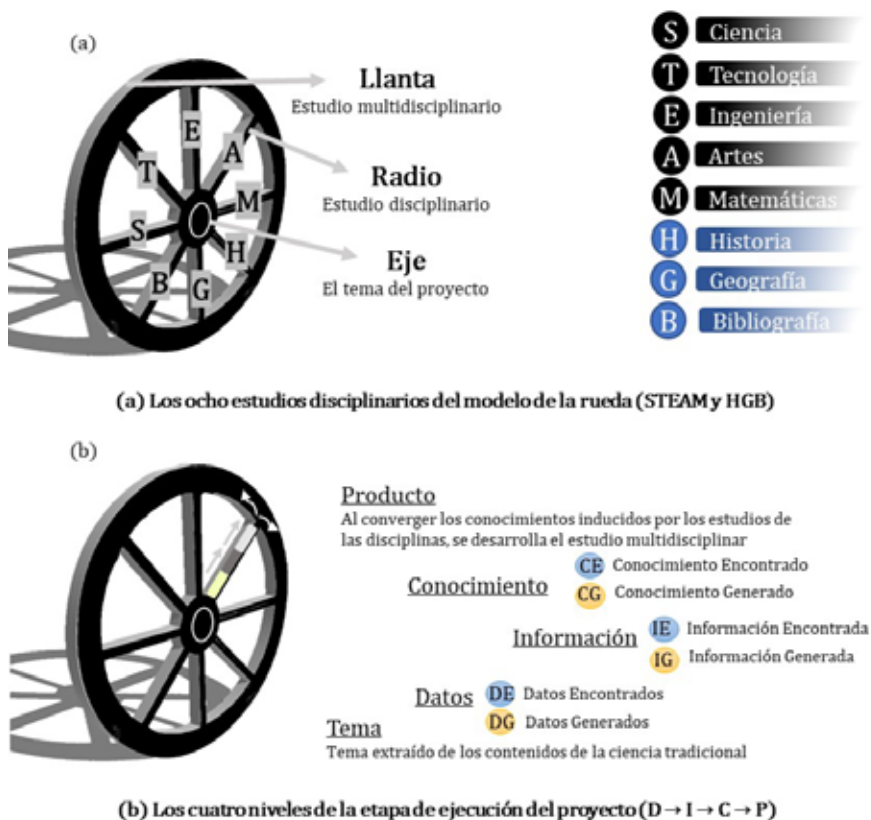


Figura 4. Modelo de la rueda de Kim (2016).

Fuente: Adaptada de "The wheel model of STEAM education based on traditional Korean scientific contents", de P. W. Kim, 2016, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), p. 2356 (<https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1263a>). CC BY 4.0.

Wannapiroon y Petsangsri (2020) se proponen como objetivo principal desarrollar el modelo de STEAMificación en un entorno de aprendizaje de aula invertida para potenciar el pensamiento y la innovación creativos. Proponen un modelo que consta de seis componentes principales: instructor, alumno, contenido de aprendizaje, recurso en línea, infraestructura y entorno de aprendizaje de aula invertida (véase Figura 5). En este modelo, además, se plantean tres pasos a seguir: (1) preparación antes del experimento, que supone la orientación del alumnado por parte del instructor sobre cómo utilizar la tecnología para la mejora del aprendizaje; (2) actividad de

aprendizaje STEAMificación en el entorno de aprendizaje de aula invertida, que hace uso de la gamificación, utilizando la mecánica y la dinámica del juego (basada en investigar, descubrir, conectar, crear innovación creativa y reflexionar) como elemento didáctico central; y (3) evaluación, que consta de dos aspectos clave, la habilidad de pensamiento creativo (con cuatro subhabilidades, originalidad, fluidez, flexibilidad y pensamiento de elaboración) y la innovación creativa (con cinco componentes, novedad y singularidad, resolución de problemas, eficiencia, posibilidades y coste). El modelo de STEAMificación se aplicó con 60 estudiantes del Programa de Tecnología Multimedia en una universidad de Tailandia; el grupo experimental obtuvo resultados más altos que los del grupo control en cuanto a la habilidad de pensamiento creativo y la calidad de la innovación creativa.



Figura 5. Componentes del modelo de STEAMificación de Wannapiroon y Petsangsri (2020).

Fuente: Adaptada de "Effects of STEAMification model in flipped classroom learning environment on creative thinking and creative innovation", de N. Wannapiroon y S. Petsangsri, 2020, *TEM Journal*, 9(4), p. 1651 (<https://doi.org/10.18421/TEM94-42>). CC BY-NC-ND 4.0.

Trott et al. (2020) buscan comprometer a los jóvenes para que imaginen un mejor futuro y actúen colaborativamente en favor de la sostenibilidad. Según expresan los autores, aunque muchas de las propuestas que incluyen el arte están más focalizadas hacia la competitividad, puede irse mucho más allá, siendo la integración del arte y las ciencias un elemento esencial para profundizar en la comprensión y el compromiso con los retos de la sostenibilidad. Por un lado, ofrece una vía para supe-

rar algunas divisiones construidas e institucionalizadas (por ejemplo, emoción-razón y arte-ciencia), que parecen obstaculizar la transformación sostenible y, por la otra, posibilita ideas y métodos, que podrían originar nuevas respuestas para nuestros viejos problemas de sostenibilidad. Para ello, presentan un marco metodológico que integra las artes y las ciencias combinando tres elementos (véase Figura 6): (1) el aprendizaje transdisciplinar, que organiza la enseñanza y el aprendizaje en torno a la construcción de significados en el contexto de problemas o temas del mundo real y centrado en la comprensión de los retos de la sostenibilidad; (2) el proceso participativo, un enfoque colaborativo que reúne a investigadores y participantes para identificar, estudiar y abordar los problemas en los entornos comunitarios, centrado en el compromiso crítico con las realidades actuales no sostenibles y la planificación del cambio social. En la intersección de ambos procesos se encuentra (3) la acción colaborativa, un enfoque de acción comunitaria que implica trabajar juntos para la transformación de la sociedad hacia la sostenibilidad, centrada en generar activamente alternativas sostenibles en el ámbito local. Cabe destacar que, aunque de forma explícita, los autores no colocan los problemas como punto de partida de sus propuestas, son efectivamente los problemas de sostenibilidad cercanos al alumnado el punto para un planteamiento que envuelve una acción colaborativa dirigida por los jóvenes para la sostenibilidad. Este marco metodológico se aplicó a través de dos programas extraescolares, con 55 niños de 10 a 12 años en el oeste de Estados Unidos y con 21 de 8 a 14 años en el sur de Haití. Sin embargo, los autores no proporcionan una evaluación clara de los resultados obtenidos.

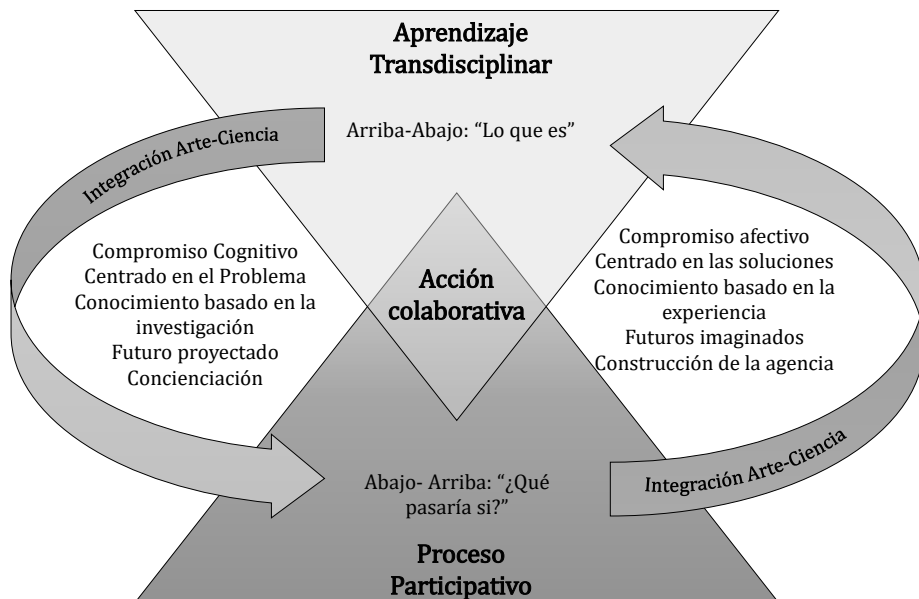


Figura 6. Marco metodológico de Trott et al. (2020).

Fuente: Adaptada de "Merging the arts and sciences for collaborative sustainability action: a methodological framework" de C. D. Trott, T. L. Even y S. M. Frame, 2020, *Sustainability Science*, 15(4), p. 1073 (<https://doi.org/10.1007/s11625-020-00798-7>). CC BY 4.0.

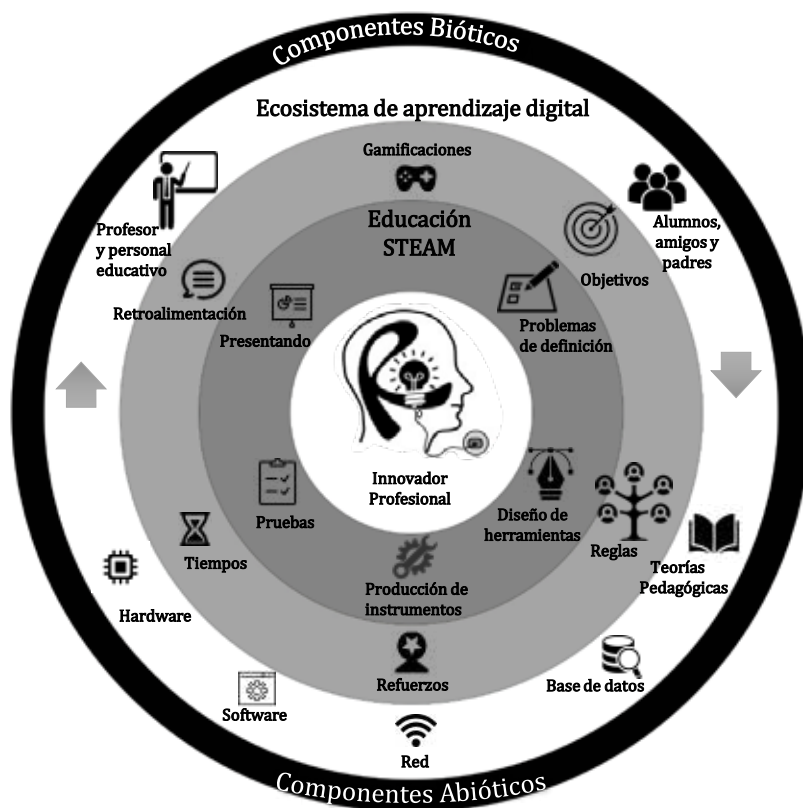


Figura 7. Modelo de ecosistema de aprendizaje digital propuesto por Kummanee et al. (2020).

Fuente: Adaptada de "Digital learning ecosystem involving steam gamification for a vocational innovator" de J. Kummanee, P. Nilsook y P. Wannapiroon, 2020, *International Journal of Information and Education Technology*, 10(7), p. 537 (<https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.7.1420>). CC BY 4.0.

El principal propósito de Kummanee et al. (2020) es sintetizar el marco conceptual de un ecosistema de aprendizaje digital con gamificación STEAM para desarrollar vocaciones innovadoras, suponiendo que STEAM es un modelo de aprendizaje. Así, diseñan y desarrollan un modelo basado en la gamificación STEAM, las habilidades de innovación y el logro de aprendizaje. Este modelo consta de tres partes (véase Figura 7). La primera es el ecosistema de aprendizaje digital, formado por: el componente biótico, que incluye a los usuarios del sistema, como el profesorado y el personal educativo, los estudiantes, amigos y familiares; y el componente abiótico, que incluye el hardware, el software, la red, la base de datos y las teorías pedagógicas. Esta lógica propone el aprendizaje digital como un vínculo entre el componente biótico y el componente abiótico del sistema. Esto incluye al profesorado que transfiere conocimientos y facilita al alumnado la utilización de los componentes de los sistemas digitales de la manera más eficaz. La segunda parte es la gamificación STEAM. En este sentido, la realización de actividades de aprendizaje en el aula, mediante procesos educativos de aprendizaje centrados en la integración de la ciencia y el trabajo en equipo para

desarrollar habilidades innovadoras, consta de cinco pasos: la definición del problema; el diseño de herramientas, es decir, el diseño de la solución el problema; la producción de instrumentos, esto es, la construcción de las herramientas de resolución del problema; el testeo o la interpretación del procedimiento de prueba y la mejora de los métodos de solución del problema; y la presentación de los métodos de solución. Y la tercera parte corresponde a los elementos de gamificación, que consisten en objetivos, reglas, refuerzo, tiempos y retroalimentación. Así, en la realización de las actividades de aprendizaje, los profesores utilizan los mecanismos de gamificación para estimular el interés y la diversión en el aula. En este caso, los autores no proporcionan ningún ejemplo llevado a la práctica ni su evaluación.

Por último, el objetivo de Constantino (2018) es esbozar un modelo transdisciplinar de estudios, basado en el proceso de investigación creativa y enmarcado en las pedagogías del arte y del diseño. La autora presenta los diversos componentes del modelo a través de un ejemplo de proyecto de investigación curricular que emplea herramientas de pensamiento de procesos típicos de la ingeniería y del arte. Se trata de un modelo robusto e iterativo, centrado en la definición y el perfeccionamiento del problema, en la exploración multimodal y material recurrente, en la elaboración crítica y en la presentación de ideas, con una crítica que se produce en múltiples momentos del proceso de investigación y en la exposición como un punto del ciclo que también puede generar un replanteamiento del problema y estimular nuevas investigaciones. Las 13 herramientas de pensamiento son: observar, imaginar, abstraer, reconocer patrones, formación de patrones, analogía, pensamiento corporal, empatía, pensamiento dimensional, modelar, jugar, transformar y sintetizar. Estas herramientas no se enseñan de forma aislada, sino que se aplican como formas de pensar en un proceso de resolución de problemas, donde el alumnado sintetiza su aprendizaje trabajando en equipos. Este modelo de investigación creativa, si bien no es específico para STEAM, según la autora, presenta un carácter transdisciplinar que hace hincapié en el aprendizaje basado en problemas y que valora intrínsecamente las pedagogías características de la educación artística y del diseño en relación sinérgica con una o más disciplinas STEM, pudiendo proporcionar oportunidades para la implementación de la i-STEAM. Este modelo fue aplicado con nueve estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería Ambiental y diez estudiantes de Arte. Sin embargo, no se presenta una evaluación de sus resultados.

Para finalizar esta revisión en profundidad, en la Tabla 2 aparecen sintetizadas las dimensiones abordadas en cada modelo.

Tabla 2. Relación de dimensiones abordadas en los modelos teóricos.

Autores	Dimensiones			
	Epistemológica	Psicológica	Didáctica	Metodológica
Quigley, Herro y Jamil (2017)	x		x	x
Chu, Martin y Park (2019)	x	x	x	x
Kim y Chae (2016)		p*	x	x

Autores	Dimensiones			
	Epistemológica	Psicológica	Didáctica	Metodológica
Lin y Tsai (2021)			x	x
Kim (2016)			x	x
Wannapiroon y Pet-sangsri (2020)			x	x
Trott, Even y Frame (2020)	p*	x	x	x
Kummanee, Nilsook y Wannapiroon (2020)			x	x
Costantino (2018)		x		x

*p (parcialmente abordada): la dimensión aparece en la descripción del modelo, aunque no se identifica un referencial teórico.

Fuente: elaboración propia.

6. Discusión y conclusiones

Como indicamos, la i-STEAM ha cobrado relevancia en el contexto de la urgente necesidad de renovación educativa. Desde la propuesta del famoso modelo de la pirámide de Yakman (2008), que establecía niveles de integración disciplinaria y estructuraba la naturaleza interactiva de las disciplinas (al considerar STEAM como la ciencia y la tecnología interpretadas a través de la ingeniería y las artes, todo basado en el lenguaje matemático) es apreciable la evolución que ha experimentado la fundamentación teórica de este enfoque.

Este desarrollo de modelos teóricos para la i-STEAM se ha llevado a cabo en los últimos años, lo que indica que se ha comenzado a atender la necesidad advertida en la literatura sobre la importancia de la fundamentación teórica de este enfoque (Aguilera et al., 2021; McComas y Burgin, 2020; Millar, 2020; Ortiz-Revilla et al., 2020; Reynante et al., 2020; Zeidler, 2016).

Es también claramente apreciable que los modelos teóricos propuestos provienen de países del sudeste asiático y de Estados Unidos, no encontrándose ningún modelo procedente de Iberoamérica o Europa, a pesar de la larga tradición en el área de la enseñanza de las ciencias y la tecnología en estas regiones. Esta cuestión resulta congruente con las diversas directrices políticas asiáticas y estadounidenses, que han propulsado propuestas STEAM en los últimos años. Al parecer, la investigación teórica sobre la i-STEAM ha emergido en tanto que las políticas educativas nacionales han atendido a este enfoque, y financiado numerosas investigaciones empíricas. Por ello, cabe esperar que en un futuro próximo la procedencia de los modelos teóricos se diversifique. Por ejemplo, algunos países, como España, comienzan a introducir enfoques integrados en el currículo de la educación obligatoria, así como los gobiernos y organizaciones civiles de varios países de Latinoamérica están impulsando la implementación de enfoques STEAM en Educación Primaria y Secundaria (Corfo y Fundación Chile, 2017; Espinal y Silveira, 2019). En el mismo sentido, es probable un aumento en el desarrollo de propuestas teóricas en Europa, dado que la Unión Europea está financiando diversos proyectos en esta línea.

Las etapas de educación obligatorias son las más abordadas al fundamentar teóricamente STEAM, con una presencia mayor de la Educación Secundaria sobre la Educación Primaria, resultados que concuerdan con otras revisiones recientes sobre STEAM (Kwan y Wong, 2021). No obstante, también se han encontrado estudios enfocados a la Educación Universitaria y a la Formación Profesional. Todo esto parece indicar el interés existente por la implementación de la i-STEAM desde las etapas tempranas de escolarización. Si bien a menudo se piensa que la etapa de Educación Primaria podría presentar más facilidades desde el punto de vista organizativo a la integración disciplinar, parece que en la literatura esta cuestión está siendo superada, al trascender las posibles dificultades de integración disciplinar que se pueden presentar en la organización escolar tanto de la Educación Secundaria como de la Universitaria, en las que predomina el profesorado especialista en una materia.

En cuanto a la integración disciplinar, la mayoría de los estudios considera la multidisciplinariedad, la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad para la i-STEAM, ubicándose en los niveles más altos de integración (Gresnigt et al., 2014). Sin embargo, Quigley y Herro (2016) señalan que los enfoques multidisciplinarios no se centran habitualmente en la resolución de problemas y argumentan sobre la necesidad de la adopción de enfoques inter y transdisciplinarios para la i-STEAM. En este sentido, sin embargo, dada la polisemia inherente a lo que es multi, inter y transdisciplinar en los ámbitos epistemológico y educativo (Ortiz-Revilla, Greca y Arriassecq, 2021), hay que ser cautelosos. Quizás podemos acordar que todos los modelos aquí propuestos parten de problemas reales, vivenciados por el estudiantado y abordados con conocimientos y habilidades provenientes de diferentes disciplinas claramente identificadas, lo que implica una integración real. Es relevante destacar que, en relación con la integración de las artes, estas son consideradas en varios de ellos en un sentido amplio (*liberal arts*) y los modelos no caen en el reduccionismo de su consideración exclusivamente para el desarrollo de la creatividad (Aguilera y Ortiz-Revilla, 2021), como popularmente se señala y muchas veces se critica desde el ámbito académico.

Sobre los objetivos perseguidos con la i-STEAM, en la mayoría de casos se percibe la noción de resolución de problemas, bien indicada explícitamente o bien subyacente a otras cuestiones, por ejemplo, las relacionadas con la sostenibilidad. Así, son pocos los modelos que se alejan de esta esencia de STEAM, refiriendo, por ejemplo, al aprendizaje de las ciencias, a la potenciación del pensamiento creativo o al desarrollo de innovación profesional.

Un resultado que cabía esperarse en base a la producción científica sobre STEAM es que la mayoría de estudios presenta ejemplos de aplicación práctica del modelo planteado, aunque pocos son los que presentan una evaluación de dichos resultados. Dada la relativa novedad de los artículos encontrados, es de esperar que en los próximos años aparezcan publicaciones con estos resultados. Este aspecto es de especial importancia pues, si bien en este artículo analizamos fundamentaciones teóricas, los resultados empíricos son los verdaderamente determinan la validez y viabilidad de los modelos.

En cuanto a las dimensiones, todos los modelos incluyen la dimensión metodológica, es decir, aluden de un modo u otro a metodologías concretas para viabilizar en el aula el enfoque STEAM, aunque algunos con escasa información (véase Lin y

Tsai, 2021; Wannapiroon y Petsangsri, 2020). Coherentemente, los autores proponen metodologías activas y centradas en el alumnado, como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos o la metodología de indagación. Prácticamente todos los modelos también incluyen la dimensión didáctica y explicitan las estrategias pedagógicas necesarias para la aplicación del modelo, por ejemplo, la gamificación, la argumentación o el aula invertida. Sin embargo, generalmente estas directrices cuentan con demasiados pasos o fases que pueden hacer complejo su entendimiento para trasladarlo al aula. Por otra parte, menos de la mitad de estudios aborda de forma explícita las dimensiones psicológica y epistemológica, siendo en algunos de ellos parcialmente abordadas. Dentro de la dimensión psicológica, relativa a las teorías adoptadas sobre el proceso de adquisición de conceptos y habilidades, aspecto fundamental para determinar el formato metodológico más adecuado, encontramos el aprendizaje situado, el aprendizaje colaborativo y la educación emocional. La dimensión epistemológica es la menos abordada, a pesar de su relevancia para comprender la naturaleza de la producción del conocimiento científico-tecnológico y, con ello, ayudar al desarrollo de una visión crítica en el alumnado. Esta ausencia podría significar posiciones acríticas por parte de los autores.

Por ello, consideramos de extrema importancia que los modelos sean claramente descriptos, incluyendo de forma explícita los supuestos en los que se fundamentan. Si no, su aplicación quedará reducida a sus contextos específicos, contribuyendo muy poco a que los docentes puedan implementarlos, dada su escasa formación sobre enfoques integrados en general y enfoques STEAM en particular (García-Carrillo et al., 2021). En este sentido, la reciente propuesta de un marco teórico para la i-STEM desarrollada por Ortiz-Revilla et al. (2021), que aborda explícitamente todas las dimensiones, podría ser adaptada para la i-STEAM.

En síntesis, parece plausible afirmar que, si bien hemos detectado en esta revisión carencias para la fundamentación teórica de la i-STEAM que deben ser subsanadas, existe bastante trabajo realizado en este sentido, con fundamentaciones que abarcan más de una dimensión, lo que por mucho tiempo no ha sucedido en abordajes con varias décadas de tradición en la didáctica de las ciencias como el uso de la Historia y la Filosofía de la Ciencia (Teixeira et al., 2012) o el abordaje de Ciencia, Tecnología y Sociedad (Zeidler et al., 2005). Esto demuestra el desacierto crítico de las visiones que afirman la inexistencia de esfuerzos al respecto que invalidaría la i-STEAM.

En esta misma dirección, cabe destacar que estos modelos muestran cómo es posible articular, considerando aportes psicológicos, didácticos y metodológicos, enfoques verdaderamente integrados que, independientemente de estar o no dentro de una línea STEAM, destacan como efectivos e indispensables para el desarrollo competencial del alumnado del siglo XXI (Drake y Reid, 2020; Little, 2012).

Referencias¹

- Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Vílchez-González, J. M., y Perales-Palacios, F. J. (2021). In search of a long-awaited consensus on disciplinary integration in STEM education. *Mathematics*, 9(6), 597. <https://doi.org/10.3390/math9060597>
- Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M., y Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284. <http://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388>
- Aguilera, D., y Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: a systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), Artículo 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Ata Aktürk, A., y Demircan, H. O. (2017). A review of studies on STEM and STEAM education in early childhood. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18(2), 757-776. <https://bit.ly/3hUYz4D>
- Bequette, J. W., y Bequette, M. B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art Education*, 65(2), 40-47. <https://doi.org/10.1080/00043125.2012.11519167>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., y Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: a 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35. <https://bit.ly/2W4Fsh2>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: challenges and opportunities*. NSTA.
- *Chu, H-E., Martin, S. N., y Park, J. (2019). A theoretical framework for developing an intercultural STEAM program for Australian and Korean students to enhance science teaching and learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(7), 1251-1266. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y>
- Connor, A. M., Karmokar, S., y Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: strategies for enhancing engineering & technology education. *International Journal of Engineering Pedagogies*, 5(2), 37-47. <https://doi.org/10.3991/ijep.v5i2.4458>
- *Constantino, T. (2018). STEAM by another name: transdisciplinary practice in art and design education. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 100-106. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1292973>
- Corfo y Fundación Chile. (2017). *Preparando a Chile para la sociedad del conocimiento: hacia una coalición que impulse la Educación STEAM*. <https://bit.ly/3zufT6v>
- Creswell, J. W., y Guetterman, T. C. (2019). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (6th ed.). Pearson.
- Develaki, M. (2020). Comparing crosscutting practices in STEM disciplines. *Science & Education*, 29(4), 949-979. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00147-1>
- Drake S. M., y Reid, J. L. (2020). 21st Century competencies in light of the history of integrated curriculum. *Frontiers in Education*, 5, Artículo 122. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00122>
- Espinal, L. M., y Silveira, F. (2019). La generación de prácticas, proyectos o programas en educación STEM-STEAM en el marco de una diplomatura virtual para América Latina. En B. Macedo, S. Silveira, M. García Astete, D. Meziat y L. Bengochea (Eds.), *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias en debate* (pp. 622-631). Universidad de Alcalá.
- European Commission. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. European Communities.
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J., y Arriaseq, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza*

¹ Las referencias marcadas con un asterisco indican los estudios incluidos en la revisión.

- y *Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1802. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802
- García-Carrillo, C., Greca, I. M., y Fernández-Hawrylak, M. (2021). Teacher perspectives on teaching the STEM approach to educational coding and robotics in primary education. *Educational Sciences*, 11(2), Artículo 64. <https://doi.org/10.3390/educsci11020064>
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K., y Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>
- Herro, D., y Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Kang, N-H. (2019). A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 5(6), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>
- Kelley, T. R., y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- *Kim, P. W. (2016). The wheel model of STEAM education based on traditional Korean scientific contents. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), 2353-2371. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1263a>
- *Kim, H., y Chae, D-H. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1925-1936. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1539a>
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. (2012). *Policy directions of STEAM education: introductory training of KOFAC STEAM*. Foundation for the Advancement of Science and Creativity.
- *Kummanee, J., Nilsook, P., y Wannapiroon, P. (2020). Digital learning ecosystem involving steam gamification for a vocational innovator. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(7), 533-539. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.7.1420>
- Kwan, R., y Wong, B. T-M. (2021). Latest advances in STEAM education research and practice: a review of the literature. *International Journal of Innovation and Learning*, 29(3), 323-339. <https://doi.org/10.1504/IJIL.2021.114528>
- *Lin, C-L., y Tsai, C-Y. (2021). The effect of a pedagogical STEAM model on students' project competence and learning motivation. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 112-124. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09885-x>
- Little, T. (2012). 21st Century learning and progressive education: an intersection. *International Journal of Progressive Education*, 8(3), 1-9. <https://bit.ly/39mAKOA>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- McComas, W. F., y Burgin, S. R. (2020). A critique of "STEM" education. *Science & Education*, 29(4), 805-829. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>
- Millar, V. (2020). Trends, issues and possibilities for an interdisciplinary STEM curriculum. *Science & Education*, 29(4), 929-948. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00144-4>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., y Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*, 6(7), 1-6. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- National Research Council. (2014). *STEM Integration in K-12 education. Status, prospects, and an agenda for research*. The National Academies Press.
- Ortiz-Revilla, J. (2020). *El desarrollo competencial en la Educación Primaria: efectos de una propuesta STEAM integrada* [Tesis doctoral, Universidad de Burgos]. Repositorio Institucional de la Universidad de Burgos. <https://bit.ly/39mMWii>

- Ortiz-Revilla, J., Adúriz-Bravo, A., y Greca, I. M. (2020). A framework for epistemological discussion around an integrated STEM education. *Science & Education*, 29(4), 857-880. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00131-9>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Adúriz-Bravo, A. (2018). La Educación STEAM y el desarrollo competencial en la Educación Primaria. En I. M. Greca y J. Á. Meneses Villagrà (Eds.), *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp. 41-54). Dextra.
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Arriasecq, I. (2021). A theoretical framework for integrated STEM education. *Science & Educacion*. Publicación anticipada en línea. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00242-x>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Meneses-Villagrà, J. Á. (2021). Efectos de una propuesta STEAM integrada en el desarrollo competencial del alumnado de Educación Primaria. *Infancia y Aprendizaje*. Publicación anticipada en línea. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925473>
- Osborne, J., y Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: critical reflections*. The Nuffield Foundation.
- Quigley, C. F., y Herro, D. (2016). "Finding the joy in the unknown": implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9602-z>
- *Quigley, C., Herro, D., y Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1-12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12201>
- Reynante, B. M., Selbach-Allen, M. E., y Pimentel, D. R. (2020). Exploring the promises and perils of integrated STEM through disciplinary practices and epistemologies. *Science & Education*, 29(4), 785-803. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00121-x>
- Ritz, J. M., y Fan, S-C. (2015). STEM and technology education: international state of the art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 429-451. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9290-z>
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 27(2), 286-299. <https://bit.ly/3Cy1ylm>
- Sanders, M. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26. <https://bit.ly/39qQqE>
- Teixeira, E. S., Greca, I. M., y Freire, O. (2012). The History and Philosophy of Science in physics teaching: a research synthesis of didactic interventions. *Science&Education*, 21(6), 771-796. <http://doi.org/10.1007/s11191-009-9217-3>
- *Trott, C. D., Even, T. L., y Frame, S. M. (2020). Merging the arts and sciences for collaborative sustainability action: a methodological framework. *Sustainability Science*, 15(4), 1067-1085. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00798-7>
- *Wannapiroon, N., y Petsangsri, S. (2020). Effects of STEAMification model in flipped classroom learning environment on creative thinking and creative innovation. *TEM Journal*, 9(4), 1647-1655. <https://doi.org/10.18421/TEM94-42>
- Yakman, G. (2008). *STΣ@M education: an overview of creating a model of integrative education* [Paper presentation]. ITEA 2008 Annual Conference, Salt Lake City, UT, Estados Unidos.
- Zeidler, D. L. (2016). STEM education: a deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11-26. <https://doi.org/10.1007/s11422-014-9578-z>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: a research based framework for socio-scientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>

Cómo citar en APA:

Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R. y Greca, I. M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 13-33. <https://doi.org/10.35362/rie8724634>

La educación científica infantil con perspectiva ecológica y social para la formación de ciudadanías participativas

María del Carmen Martínez-Silva¹ 

Gloria Elena Cruz-Sánchez¹ 

Raquel Aparicio-Cid¹ 

¹ Universidad Veracruzana (UV), México.

Resumen. La educación científica ha sido revalorada en este siglo por su potencial incidencia en la formación de una ciudadanía más dotada de mejores herramientas cognitivas para comprender el mundo, en base al acceso de una vasta información especializada prácticamente sobre cualquier campo. Sin embargo, estos elementos, por sí solos, resultan insuficientes para enfrentar los escenarios de incertidumbre impuestos por la crisis socioambiental. En este artículo se plantea una discusión teórica en torno al necesario giro pedagógico en la enseñanza de la ciencia desde los primeros años de vida, así como su complementariedad con la educación ambiental, como posibles alternativas para trascender las limitaciones de una educación en ciencia principalmente racionalista. Entre las principales conclusiones de esta discusión se propone la necesidad de integrar a las dimensiones ética, estética y política en la educación científica con personas en primera infancia, que contribuya a la formación de una ciudadanía comprometida con formas de vida socialmente más justas y sostenibles.

Palabras clave: educación científica; educación ambiental; educación preescolar; ciudadanía.

Educação científica infantil com uma perspectiva ecológica e social para a formação de uma cidadania participativa

Resumo. A educação científica foi revalorizada neste século por seu impacto potencial na formação de uma cidadania equipada com melhores ferramentas cognitivas para compreender o mundo, com base no acesso a uma vasta quantidade de informações especializadas em praticamente qualquer campo. Entretanto, estes elementos por si só são insuficientes para enfrentar os cenários de incerteza impostos pela crise socioambiental. Este artigo apresenta uma discussão teórica sobre a necessária mudança pedagógica na educação científica desde os primeiros anos de vida, bem como sua complementariedade com a educação ambiental, como alternativas possíveis para transcender as limitações de uma educação científica principalmente racionalista. Entre as principais conclusões desta discussão está a necessidade de integrar as dimensões ética, estética e política na educação científica com pessoas da primeira infância que contribuem para a formação de uma cidadania comprometida com formas de vida socialmente mais justas e sustentáveis.

Palavras chave: educação científica; educação ambiental; educação pré-escolar; cidadania.

Children's scientific education with an ecological and social perspective for the formation of participatory citizenships

Abstract. Scientific education has been revalued in this century, for its potential impact on the formation of a citizenry endowed with better cognitive tools to understand the world, based on access to vast specialized information on practically any area. However, these elements, by themselves, are insufficient to face the uncertainty scenarios imposed by the socio-environmental crisis. This article presents a theoretical discussion around the necessary pedagogical turn in the teaching of science from the first years of life, as well as its complementarity with environmental education, as possible alternatives to transcend the limitations of a mainly rationalist science education. Among the main conclusions of this discussion is the need to integrate the ethical, aesthetic and political dimensions in scientific education with people in early childhood that contributes to the formation of a citizenry committed to more socially just and sustainable ways of life.

Keywords: science education, environmental education, preschool education, citizenry.

1. Introducción

Los retos que plantean a la humanidad las grandes problemáticas socioambientales demandan una profunda transformación cultural (Ángel-Maya, 2003) en la que el conocimiento y la educación científica resulten esenciales. Sin embargo, por sí solos, los conocimientos de la ciencia no son suficientes para entender ni resolver los problemas cruciales de la sustentabilidad (Manifiesto por la vida, 2002), como tampoco basta la alfabetización científica para generar cambios significativos en la relación de las personas entre sí y con el ambiente (González-Gaudiano y Meira, 2020). La causa principal del distanciamiento entre la didáctica de las ciencias y la construcción de una sociedad sostenible subyace, según Torres (2010), en el arraigo de la ciencia al positivismo, lo que incide en las formas de concebir a la propia ciencia y la manera tradicionalista de enseñarla.

Con la intención de fortalecer la educación científica y tecnológica de cara a los desafíos de la sociedad actual y, recientemente, con mayor énfasis en educación infantil, diferentes organismos internacionales han generado numerosos informes y directrices en busca de impulsar la calidad en esta área de formación, como: los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), propuestos por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO); la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), a través del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés); y, el Laboratorio Latinoamericano para la Evaluación de la Calidad de la Educación de la UNESCO (LLECE), mediante la emisión de los Estudios Regionales Comparativos y Explicativos (ERCE) en la región latinoamericana, entre los más importantes.¹

En el caso específico de México, como consecuencia de estas políticas educativas internacionales derivaron algunas acciones como el fortalecimiento de la investigación en educación superior a través del Consejo Nacional de Ciencia y la Tecnología (CONACYT), la aplicación de pruebas estandarizadas EXCALE en 2005 y PISA en 2006, y cambios curriculares con énfasis en la enseñanza de la ciencia para la educación básica en las reformas educativas desde 2009 hasta la última en 2017 (Ferra, Méndez y Castro, 2019). Concretamente, en el currículo de educación preescolar se establecieron estándares curriculares que definían los conocimientos, habilidades, actitudes y valores asociados a la ciencia que los niños debían aprender al concluir la educación preescolar (SEP, 2011). Lo anterior propició progresiones diferenciadas sobre las prácticas de enseñanza y aprendizaje en educación científica, como lo relatan investigaciones sobre formación docente en didáctica de las ciencias en diferentes países de habla hispana (cf. Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997, 1998; Cañal, Travé y Pozuelos, 2011; Rivero, Martín del Pozo, Solís, Azcárate y Porlán, 2017; Morales y Colorado, 2019; Quintanilla, Orellana y Páez, 2020; Cruz-Guzmán, Puig y García, 2020).

Flores (2012) advierte que uno de los principales motivos del rezago en la investigación científica se encuentra enraizado en la educación básica, la cual se asocia con enfoques tradicionalistas centrados en la transmisión de conocimientos, lo que deriva en una concepción equívoca o limitada de la actividad científica y, en conse-

¹ Véanse los informes en: <https://bit.ly/3iDjk5p>, <https://bit.ly/3uUbUzv>, <https://www.preal.online/> y <https://bit.ly/3Dnulj7>

cuencia, de rechazo a la misma. Al respecto, Morales y Colorado (2019) coinciden en el reconocimiento de profundos retos en la formación docente inicial y el equipamiento de las aulas de ciencia en México.

En tal contexto, el objetivo de este ensayo teórico es discutir la visión prevalente de la educación científica asociada a la transmisión de contenidos conceptuales o de herramientas lógicas de pensamiento, como base para fundamentar la pertinencia de una educación eco-socio-científica en la formación temprana de ciudadanos comprometidos con una vida socialmente más justa y sostenible. Estos planteamientos emergen de una investigación en curso, que busca explicar el vínculo entre prácticas de educación científica y de educación ambiental en el currículo vivido en el nivel pre-escolar en México. La investigación estudia ¿cómo un colectivo docente diseña y pone en marcha un programa de educación científica vinculado a prácticas de educación ambiental para la comprensión del mundo?, a partir de proyectos de investigación escolar que emergen de preguntas e inquietudes de los niños preescolares.

La investigación requirió una exhaustiva búsqueda de nociones teóricas que contribuyan en la definición de un marco explicativo de partida, entendidas como estructuras discursivas que inciden en la definición de un objeto de estudio, su problematización y categorización para el análisis (Buenfil, 2006). En esta revisión teórica se trató de reconocer, en distintas vertientes del pensamiento educativo, ideas que faciliten la comprensión de la realidad, como lógicas de intelección, además de integrar una postura ética, política y onto-epistemológica sobre la construcción del conocimiento (Jiménez, 2006).

Bajo este orden de ideas, se definieron tres campos o áreas de conocimiento educativo para centrar la búsqueda de teorías generales y sus intersecciones: educación científica, educación ambiental y educación infantil. Para ello, se exploró de manera general la producción científica más reciente sobre estos temas en cuatro bases de datos (SciELO, Redalyc, Dialnet, Google académico) y el repositorio de la Universidad Veracruzana. A partir de ello se identificaron en las perspectivas contemporáneas y los fundamentos psicopedagógicos actuales, las teorías sustantivas útiles para la comprensión del objeto de estudio, con la intención de articular un entramado teórico bajo los paradigmas crítico e interpretativo que, bajo el supuesto de la relevancia de la educación científica en los primeros años de vida, respondiera las siguientes preguntas: ¿Por qué es importante la educación científica? ¿A qué se refiere? ¿Cuáles son los objetivos la educación científica infantil? ¿Cuáles son las limitaciones de la educación científica frente los escenarios actuales y cómo superarlas?

La información seleccionada bajo tales criterios se analizó a partir de seis categorías: fundamentos pedagógicos, dimensiones de formación, noción-relación con el medio ambiente, noción de ciencia, y sus principales alcances y limitaciones.

Como resultado de este proceso se integró un corpus teórico, desde el cual se exponen algunos de los argumentos centrales en torno al objeto de estudio, organizados en dos apartados. En el primero se discuten algunos elementos clave para contribuir a la formación ciudadana desde la educación científica en los escenarios actuales, como es el papel del maestro para potenciar la curiosidad infantil en los primeros años de vida –al considerarse la etapa infantil un momento clave para conocer, relacionarse y comprometerse con el ambiente; y en el segundo apartado se

articula la complementariedad entre la educación científica y la educación ambiental, para lo cual se ponen en tensión convergencias y divergencias entre dichos campos. Para finalizar, se presentan las principales conclusiones derivadas de este ejercicio analítico-reflexivo.

2. En busca de una educación científica que fortalezca la formación de identidades ciudadanas participativas

Frente a la demanda de una mejor educación científica se identifica una serie de desafíos, entre los que se distingue el papel del maestro para aprovechar la curiosidad infantil, como un recurso clave en la manera de enseñar y aprender ciencia, la cual incide en la formación de una ciudadanía informada y participativa.

Para Quintanilla et al. (2020) y Cruz-Guzmán et al. (2020), la movilización de saberes para transitar hacia un modelo didáctico menos tradicionalista resulta un proceso complejo y multifactorial; y proponen considerar en el análisis de la formación docente para la enseñanza de la ciencia tanto a elementos curriculares (contenidos, materiales, recursos, espacio y organización), como el papel del docente y del alumno. Además de lo anterior, Ortiz y Cervantes (2015) distinguen a la concepción que el sujeto tiene sobre la ciencia como un elemento clave que determina la forma en que ésta se enseña. Para estos autores “la ciencia no es entendida como un conjunto de conocimientos, verdades absolutas o saberes ya establecidos que deben ser transmitidos, sino como una constante búsqueda de respuestas a las preguntas que los individuos se plantean sobre su realidad” (p. 12). Esta perspectiva enriquece la enseñanza que se hace de la ciencia por parte del docente, especialmente en la infancia.

De esta manera, dado que la ciencia es ante todo una manera de aproximarse a la comprensión de la realidad, resulta esencial incorporarla en los procesos educativos desde los primeros años de vida del ser humano, donde la formulación de preguntas es una constante, gracias a la curiosidad infantil, la cual es un rasgo fundamental en el desarrollo del pensamiento que impulsa el deseo por conocer (Dewey, 1989). En cuanto a la escuela, Tonucci (1997) la define como un laboratorio donde los niños exponen sus inquietudes, son escuchados y orientados en la búsqueda de respuestas para comprender el mundo y para transformarlo.

Entonces, si los niños son investigadores natos, cuya curiosidad es una fuente inagotable de impulsos cognitivos y afectivos para construir conocimientos, y la escuela es el escenario propicio para guiar a los infantes en el descubrimiento de su mundo, ¿cuál es el papel del docente y de la escuela en este desafío pedagógico? Una respuesta tentativa a esta pregunta es, en primera instancia, que el papel del maestro radica en generar las condiciones o ambientes de aprendizaje para la realización de investigaciones escolares que partan de la curiosidad infantil y que tomen como base la relatividad del conocimiento, rechazando la idea de verdades dogmáticas (Porlán et al., 1998).

Todo lo anterior permite asumir que la ciencia no puede ser enseñada como conocimiento construido, sino como una manera de comprender la realidad, de conocerla e interrogarla, a través de un proceso donde se integran emociones, apegos, pensamientos y principios éticos. El reto para la escuela y el docente es transitar de una pedagogía basada en respuestas a una pedagogía de preguntas, esto es, abandonar

la transmisión de conocimientos, como verdades absolutas e incuestionables. Tonucci (2019) explica que, ante una pregunta infantil, el papel de los adultos alrededor es plantear más preguntas que ayuden al niño a desarrollar su pensamiento y con ello, brindarles la oportunidad de cuestionar y pensar de manera crítica. En este punto surge la importancia de revisar los procesos de formación docente, dado que un giro pedagógico de la naturaleza que aquí se plantea, involucra grandes retos para el maestro, no solo en su formación pedagógica y disciplinar (ciencia) sino, sobre todo, en el desarrollo de actitudes propicias para fungir como guía y aprendiz en el proceso de aprendizaje de los infantes, más allá del tradicional papel de enseñante.

Como punto de partida, se requiere hacer una revisión crítica de la práctica docente referida a la enseñanza de la ciencia. En este sentido, Cruz-Guzmán et al. (2020) identifican en el diseño de situaciones didácticas sobre ciencia realizadas por educadoras en formación inicial, una enseñanza tradicional reflejo de la escasa libertad que se da al niño de participar en la construcción del conocimiento. En este tipo de enseñanza predominan las actividades dirigidas por el maestro, y se revela una formación disciplinar insuficiente (ciencia). Por lo tanto, para avanzar hacia una pedagogía de preguntas —considerada por Freire y Faundez (2013) como “la única educación creativa y apta para estimular la capacidad humana de asombrarse, de responder a su asombro y resolver sus verdaderos problemas esenciales, existenciales, y el propio conocimiento” (p. 59)— es preciso fortalecer la formación docente. Zuleta (2005) coincide en este necesario giro pedagógico:

Tenemos que cambiar aquellos procesos de enseñanza dogmática, represivos y verticales, por nuevos estilos que sean democráticos, humanistas, participativos, polémicos y críticos, [...] para que las actuales y las futuras generaciones lleguen a ser hombres y mujeres deliberantes con libertad de decisión y elección, y comprometidos con los nuevos valores y con los cambios sociales, económicos y políticos que exige el mundo en que vive (p. 119).

Por el contrario, de persistir un estilo de enseñanza proclive a minimizar la curiosidad como vehículo de aprendizaje y descubrimiento, al aprender a callarse en la escuela, el niño se callará toda la vida (Tonucci, 2008). Entonces, o bien, el niño persiste en su innata disposición a cuestionar y a tomar acción en su forma de aproximarse a la comprensión del mundo o, aprenderá a silenciar su voz y a asumir el conocimiento como verdad absoluta. Si deshacemos esta disyuntiva y afirmamos la primera posibilidad, el papel de los maestros en el aula estará centrado en plantear y escuchar preguntas acerca de los problemas prácticos de la vida de sus alumnos o de sus comunidades (Zuleta, 2005). En otras palabras, este tipo de relación pedagógica demanda mantener, de acuerdo con Zuleta, un diálogo constante donde primen relaciones sociales horizontales que operen como comunidades de aprendizaje (Jiménez, 2012).

A partir de lo anterior, emerge una primera característica o función de la educación científica en los primeros años de escolaridad: potenciar la curiosidad innata mediante la promoción de actitudes investigativas y exploratorias al formular preguntas y plantear hipótesis, las cuales coinciden con las primeras etapas de la indagación científica. Para Torres (2010) este es un rasgo común entre los modelos pedagógicos de las principales tendencias contemporáneas de educación científica (investigación

dirigida, aprendizaje por descubrimiento, aprendizaje por indagación y el enfoque ciencia, tecnología y sociedad), es decir, la intención de formar pequeños científicos que puedan construir significados sobre lo que les asombra bajo principios de transversalidad e interdisciplinariedad, a través de procedimientos enseñanza-aprendizaje basados en la apertura y el respeto, donde todos los conocimientos e ideas son tan válidos como valiosos.²

Sobre la pertinencia de una educación científica situada y crítica, Porlán et al. (1998) identifican cuatro componentes en la enseñanza de la ciencia en educación infantil: la imagen de la ciencia, el modelo didáctico personal, la teoría subjetiva del aprendizaje y el enfoque curricular. La correlación de estos modelos condujo a los investigadores a plantear cuatro niveles de formulación de epistemología escolar: producto formal, proceso técnico, proceso espontáneo y proceso complejo (ver Tabla 1).

Tabla 1. Progresión en epistemología escolar

Epistemología escolar	Imagen de la ciencia	Modelo didáctico personal	Teoría subjetiva del aprendizaje	Enfoque curricular		
				Contenidos	Metodología	Evaluación
Conocimiento escolar como producto formal	Racionalismo	Tradicional	Apropiación formal de significados	Reproducción y simplificación disciplinar	Transmisión verbal del profesor	Calificación (exámenes)
Conocimiento escolar como proceso técnico	Empirismo	Tecnológico Espontaneísta	Asimilación de significados	Adaptación disciplinar	Secuencia cerrada de actividades	Medida del grado de consecución de los objetivos
Conocimiento escolar como proceso espontáneo				Adaptación contextual	Secuencia orientada por los intereses de los alumnos	Participación en la dinámica de la clase
Conocimiento escolar como proceso complejo	Relativismo moderado	Alternativo, constructivista e investigativo	Construcción de significados	Reelaboración e integración de conocimientos diversos	Investigación escolar de problemas significativos	Investigación de la hipótesis curricular

Fuente: Porlán et al. (1998, p. 286).

A partir de esta clasificación, se enfatiza que una educación científica de mayor pertinencia a las características descritas sobre la curiosidad infantil se relaciona estrechamente con las categorías constituyentes de una epistemología escolar donde el conocimiento es visto como proceso complejo, y donde la imagen de la ciencia se propone desde un relativismo moderado sobre el conocimiento. En esta categoría, el docente asume un modelo de enseñanza centrado en la investigación, que subyace en supuestos teóricos constructivistas, dado que el conocimiento se construye a partir de diferentes experiencias. Dicho modelo integra un enfoque curricular abierto y flexible, donde se pueden incluir diversos conocimientos bajo los enfoques de transversalidad

² Torres (2010) analiza ampliamente las principales tendencias de educación científica.

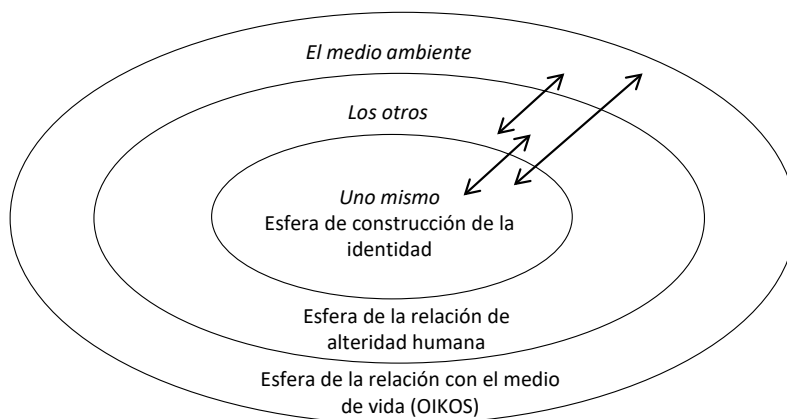
e interdisciplinariedad, cuyo punto de partida son los intereses o problemas significativos de los niños. Por último, se observa que la evaluación se centra en el proceso y no en el producto.

Estos rasgos curriculares no son distantes a los planteamientos curriculares de educación preescolar en México, donde el docente a partir del carácter abierto y flexible del currículo, es quien decide las prioridades de aprendizaje y las respectivas rutas metodológicas, en congruencia con las características del contexto socioeducativo (SEP, 2017). Respecto a la evaluación se propone poner atención sobre cómo los niños progresan en sus aprendizajes, así como el reconocimiento de los retos, es decir, una evaluación formativa (SEP, 2017).

La educación preescolar es un potente agente socializador que participa de la significación e interacción en el mundo con una gran responsabilidad sobre las interacciones que promueve, especialmente en contextos de mayor vulnerabilidad en la población (Meece, 2000; Jarillo, 2014). Si partimos del supuesto de que las relaciones con el mundo son las que permiten a los sujetos, a partir de su socialización, definir quiénes son (Berger y Luckmann, 1995), y esto se operacionaliza al asumir roles dentro los grupos sociales donde se construyen patrones de interacción con los otros y con el ambiente (Porras y Pérez, 2019), entonces el potencial de la educación preescolar radica precisamente en ser el primer espacio social de educación formal obligatoria, que contribuye en la formación de las bases sobre las cuales se construirán futuros aprendizajes acerca de los procesos de interacción y significación del ambiente. Esta es la relevancia de las relaciones de aprendizaje en el nivel preescolar para la formación de ciudadanos capaces de establecer relaciones sustentables en lo social y con el ambiente.

Además de los dos niveles mencionados (lo social y el ambiente), Sauvé (1999) menciona un primer nivel de interacción del individuo, ubicado en la esfera de construcción de la identidad: uno mismo (véase Figura 1).

Figura 1. Las tres esferas interrelacionadas del desarrollo personal y social y el ambiente



Fuente: Sauvé (1999, p. 15).

Por ello la importancia de la educación formal de la primera infancia, que media la significación e interacción al inicio de la vida, y en la que el desarrollo del lenguaje, la interacción y las emociones son fundamentales, para la formación de la propia identidad. En este punto de la discusión incorporamos la noción de sustentabilidad como criterio ético que guía las interacciones de desarrollo personal, social y con el ambiente que el sujeto requiere desarrollar desde la infancia y a lo largo de su vida (Ricketts, 2010).

Por lo tanto, la pertinencia de una educación científica con perspectiva ecológica y social para la formación de personas-ciudadanos radica también en el reconocimiento de relaciones sociales bidireccionales, en las que los niños ponen en juego su capacidad de participación, apropiación, reformulación y transformación de lo que reciben mediante la socialización con otros agentes sociales (Pilotti, 2001). Al respecto, Simkin y Becerra (2013) identifican un cambio fundamental en la manera de concebir los procesos de socialización durante el siglo XX, la cual parte de una visión estructuralista de origen, centrada en el papel que ejerce la sociedad sobre el individuo, hacia el reconocimiento de las relaciones sociales bidireccionales y, en éstas, la participación protagónica que ejercen los niños como agentes sociales. Bajo este nuevo paradigma relacional, la socialización se asume como “un proceso de apropiación, reinversión y transformación, en el que ocupa un lugar preferente la actividad grupal” y mediante el cual, los niños participan como co-constructores de su realidad (Rodríguez, 2007, p. 63), donde el niño “es un sujeto complejo capaz de sorprendernos por su autonomía y capacidad reflexiva” (p. 152). Una consecuencia de este cambio cultural es la disposición a reconocer que ellos están listos para hablar, que son actores relevantes de sus sociedades, y que participan activamente en los espacios sociales, reconfigurándolos y transformándolos.

Si ha quedado claro que los niños no son simples receptores en las relaciones sociales que establecen, ha de aceptarse que los infantes no solo construyen significados acerca del ambiente y su relación con este, como ciudadanos futuros, sino como ciudadanos en tiempo presente. Sobre este punto, Lister (2007) propone reconocer cómo los niños son constituidos a través de su manera de vivir su ciudadanía en una relación dialéctica presente y no solo como ciudadanos sujetos de derecho o en proceso de formación. Es decir, que éstos son constituidos e interpelados por lo que están viviendo. Debido a ello, Hayward (2021), afirma que “necesitamos poner mayor atención a las interacciones de los micro y macro niveles de cambio que están tomando lugar en el medio ambiente de los niños” (p. 18), puesto que, cada vez más, los jóvenes e infantes están tomando acciones ante los problemas ambientales, los cuales forman parte de su vida, y están marcando el rumbo de una ciudadanía activa y comprometida con el cambio.

La participación activa que se observa no es fortuita: en los casos donde se revela una agencia social fortalecida, los niños y los jóvenes han sido formados a través de metodologías activas que apuestan al pensamiento crítico y creativo, como el caso de jóvenes de Nueva Zelanda (documentado por Hayward, 2021) y en ciertos estadios sociales alrededor del mundo³.

³ Acerca de la noción de agencia social, Giddens (1986, p. 9) afirma que no se refiere a las intenciones que la gente tiene en hacer cosas, sino a su capacidad de hacerlas, lo cual implica poder y posibilidad.

Entonces, si se pretende la construcción de una sociedad justa y sostenible, se deben diseñar y ofrecer experiencias formativas que promuevan este tipo de participación social, donde educadores logren dar voz a sus estudiantes y les ayuden a superar la inmovilidad ante la complejidad y magnitud de la emergencia planetaria, para traducirlo en acciones de compromiso a través de la construcción y la expresión de una ecociudadanía global.

3. La educación científica y la educación ambiental, un vínculo necesario para enfrentar escenarios socioambientales emergentes

Como resultado de la discusión previa se sostiene la relevancia de vincular una educación científica situada, crítica y dinámica con una educación ambiental que parta de la noción de complejidad, como nueva racionalidad para significar nuestra relación con el mundo (Leff, 2011). Si bien, el saber ambiental emerge del cuestionamiento a la racionalidad dominante que se asocia al saber científico (Leff, 2004), gracias a la tensión entre estos saberes se ha logrado la transformación de los paradigmas de construcción del conocimiento, dando paso a una mayor aprehensión de la complejidad del mundo. Esto otorga fundamento a la pertinencia de modelos didácticos que integren estrategias interdisciplinarias y contribuyan a una mejor comprensión de la realidad.

También es cierto que, si bien la ciencia y el desarrollo tecnológico han proporcionado innumerables beneficios para la vida humana, a buena parte de ellos se le atribuye el deterioro ambiental (Manifiesto por la vida, 2002), expresado en la pérdida de biodiversidad y el cambio climático, como los mayores desafíos⁴. Pero, más allá de una discusión esencialista sobre la influencia de la ciencia en la crisis planetaria, se intenta exponer la manera cómo las perspectivas hegemónicas de conocimiento y comprensión del mundo (ciencia) instauradas desde la modernidad (en busca de conocimientos objetivos, fragmentados y especializados) han contribuido en el desarrollo de una ciencia que no responde a los escenarios actuales (Leff, 2007; Torres, 2010). En otras palabras, siguiendo a Leff (2007), la crisis ambiental es a la vez una crisis del conocimiento, por lo cual se propone transitar hacia una ciencia que integre dimensiones éticas y políticas para la formación de una ciudadanía crítica:

La cuestión ambiental, más que una problemática ecológica, es una crisis del pensamiento y del entendimiento, de la ontología y de la epistemología con las que la civilización occidental ha comprendido el ser, a los entes y a las cosas; de la racionalidad científica y tecnológica con la que ha sido dominada la naturaleza y economizado el mundo moderno; de las relaciones e interdependencias entre estos procesos materiales y simbólicos, naturales y tecnológicos. (p. 5)

Morín (1999) ha cuestionado la racionalidad que solo sabe separar, la cual ha impulsado la fragmentación del conocimiento y ha atrofiado las facultades de comprensión y de reflexión. El cambio de cosmovisión del mundo y, en consecuencia, de las formas de ser, pensar y actuar, son elementos clave en la ambientalización curricular, más allá de diseñar “cápsulas curriculares” que responden a situaciones didácticas desvinculadas y aisladas (Calafell y Junyent, 2017).

⁴ Al respecto véase el reporte 2019 de la Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (en: <https://ipbes.net/global-assessment>), y los reportes especiales generados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) entre 2018 y 2019.

La propuesta de Calafell y Junycent (2017) es integrar a la perspectiva de la complejidad en la práctica docente para cambiar la forma de educar, esto es, educar desde la complejidad para interpretar crítica y creativamente el mundo, y superar las cegueras con las que lo hemos mirado, gracias al pensamiento hegemónico, dicotómico, fragmentado, desarticulado, individualista, racionalista y de dominación. Por el contrario, la educación desde la complejidad aspira un pensamiento divergente, holístico, transdisciplinario, situado, crítico y en colaboración, donde se integran diversas formas de comprender el mundo (Calafell, 2021).

A partir de estas ideas se identifican algunos puntos de coincidencia entre la educación científica y la educación ambiental, como son los enfoques de transversalidad, interdisciplinariedad y complejidad, con base en la integración de saberes conceptuales, procedimentales, actitudinales, axiológicos y políticos, en una propuesta holística de intervención educativa para la construcción de aprendizajes sobre nuestra relación en el ambiente. Estos campos coinciden, además, en las bases pedagógicas de una educación activa, donde el aprendiz es mucho más que un receptor de conocimientos, es decir, toma un papel activo en la construcción de sus conocimientos. Fernández-Arroyo, Puig-Gutiérrez y García (2017) sugieren apostar "por una educación basada en el aprendizaje significativo, la investigación de problemas, la creatividad, el espíritu crítico, el pensamiento complejo (al modo de Edgar Morín), el conocimiento científico y el trabajo cooperativo, pues de esta manera incrementaremos nuestra resiliencia" (p. 4870).

En síntesis, una educación científica situada, compleja y crítica, parte de los intereses de los educandos, pero como se ha argumentado, el desafío no solo está en escuchar a los infantes, sino guiarlos durante la búsqueda de respuestas, poniendo mayor énfasis en las actitudes, las emociones y las habilidades de pensamiento, a la vez de generar ambientes propicios para acercarlos a diversos entornos, sembrando en ellos el interés de comprenderlos y transformarlos de manera colaborativa, al reconocer su capacidad de acción y compromiso con el entorno. Para Calafell (2021) una metodología activa y colaborativa a partir de preguntas resulta la mejor estrategia para enfrentar tal desafío.

Aunado a lo anterior, las perspectivas contemporáneas de educación científica, la comprensión de su incidencia en los modos de vida social, la apertura de las epistemologías del conocimiento y, en consecuencia, la reubicación de la ciencia sobre la validación de otros saberes ha generado cada vez más el entrecruzamiento de la educación científica con la educación ambiental, definiendo su complementariedad en varios puntos (Sauvé, 2010). Tal como se ha expuesto, si bien el origen de estos campos de conocimiento supondría el antagonismo entre ellos –dado que la ciencia se ha centrado en la comprensión-construcción del mundo como lo conocemos, mientras la educación ambiental emerge como contracorriente, con nueva racionalidad para deconstruir ese mundo (Leff, 2004, 2007)– es la evolución de la educación científica la que ha permitido un nuevo vínculo entre dichos campos educativos. Más aún, la necesaria integración de perspectivas contemporáneas involucra también la integración de diferentes saberes (tan válidos como los científicos), como son los

saberes de la experiencia, los saberes tradicionales y los saberes del sentido común, que constituyen formas igualmente valiosas para comprender y relacionarnos con el mundo (Sauvé, 2010).

De esta manera, la educación científica contemporánea se abre cada vez más a la necesidad de superar una perspectiva positivista centrada en el desarrollo de habilidades cognitivas, para dar paso a una educación científica más amplia, que integra otros saberes en la construcción del conocimiento, además de nuevas prácticas de enseñanza y aprendizaje en las aulas. Sauvé (2010), al analizar las corrientes de educación científica: ciencia, tecnología, sociedad y ambiente; alfabetización científica y tecnológica; y para la acción política, identifica como un punto de coincidencia a la incorporación de las cuestiones socioecológicas. Entonces, el medio ambiente además de ser el contenido idóneo para el estudio científico de las realidades, es el eje central para el diseño de intervenciones pedagógicas donde prime el trabajo colaborativo, la gestión de proyectos, la investigación y la motivación por seguir aprendiendo (Sauvé, 2010).

Se ha de precisar que, más que un objeto de estudio, el ambiente es “un lugar de vida, el lugar donde vivimos, donde nos transformamos y del cual somos parte, un conjunto de realidades vivas con las cuales entramos en acción” (Sauvé, 2013a, p. 11). Dicho lo anterior, la escuela infantil necesita poner especial atención en la significación que construye sobre el medio ambiente, el cual es el eje central de una educación científica con sentido socioecológico. Por lo tanto, toda acción educativa con infantes tendrá por fuerza que considerar lo anterior si busca generar una verdadera formación-transformación humana en la escala y el sentido existencial requeridos. Se trata entonces de significar al medio ambiente como un lugar de vida y, en consecuencia, un lugar de compromiso, puesto que sin compromiso no hay acción (Sauvé, 2013a).

Aquí cobra relevancia incorporar junto con el pensamiento crítico y creativo al *pensamiento cuidante* propuesto por Agúndez (2018) en su programa de filosofía para niños, a través del cual “el sujeto no solo es capaz de percibir el mundo, sino de imaginar el mundo en el que le gustaría vivir, de imaginar tanto lo que el mundo podría ser como lo que debería ser” (p. 687). El pensamiento cuidante permite al sujeto moral preocuparse por el otro, condición indispensable en la formación del compromiso para la acción. Este tipo de pensamiento se asienta en bases éticas y estéticas, es decir, en el sentir y en el deber ser, además del pensar, imaginar y crear. Implica, en otras palabras, integrar al conocimiento científico, emociones (estético), principios y valores universales (ético), y la participación-acción (político).

A la luz de estas ideas, la complementariedad entre la educación ambiental y la educación científica es posible gracias a que la educación científica facilita la comprensión del ambiente, mientras la educación ambiental promueve la transformación de las formas de relación en y con el ambiente en busca de modos de vida más justos y sostenibles. En función de esta articulación, Sauvé (2013b) propone una *educación eco-científica* cuyo objetivo es formar ciudadanos críticos en la comprensión de la realidad, la toma de decisiones y la acción para su transformación. De ahí la necesidad de enfatizar sobre la integración de saberes de tipo ético, estético, crítico y político

en la educación contemporánea para la formación de una eco-ciudadanía interesada en la toma de decisiones públicas y la evolución de la sociedad de la producción y el consumo en una eco-sociedad.

Cabe advertir que, si bien la educación en ciencia y tecnología permite una aproximación al patrimonio cultural y a la construcción del conocimiento, “por sí sola [...] no es pertinente para otra función de la educación como pueda ser el autodesarrollo de la conciencia de la persona como ciudadana activa, participativa y creativa” (Gutiérrez-Bastida, 2019, p. 108). Es decir, se precisa una educación comprometida con nuevas formas de ser y estar en el mundo, lo cual se alinea a los Objetivos para el Desarrollo Sostenible, que instan a la comunidad internacional a cambiar el estilo de desarrollo dominante, lo que implica un cambio en la relación y concepción del medio ambiente (Naciones Unidas, 2018). Sin embargo, este cambio de paradigma tendrá que ser mucho más ambicioso, pues demanda cuestionar el énfasis en el crecimiento, como el modelo socioeconómico y político hegemónico, que cosifica todo y se centra en la acumulación de capital como garante de la calidad de vida en oposición a otras cosmovisiones que priorizan a la armonía entre las formas de vida como condición indispensable para alcanzar la calidad de vida (Le Grange, 2019; Chuji, Rengifo y Gudynas, 2019).

Así, de la integración de los enfoques eco-científico y eco-social resulta una educación científica, ecológica y social capaz de encender “la indignación ante las expresiones de injusticia social y ecológica y que le oriente hacia la reflexión, la responsabilidad, el compromiso y la acción transformadora a favor de la justicia social y la sostenibilidad de la vida” (Gutiérrez-Bastida, 2019, p. 108). La educación que se propone alude a un enfoque de educación que integra bases éticas y políticas para la formación de una ecociudadanía, para la promoción de nuevas formas de estar en el mundo centrada en “vivir aquí juntos”, con responsabilidad colectiva respecto a los sistemas de vida de los que formamos parte (Sauvé, 2014). Para ello, Sauvé (2013a, p. 10) propone “...formar ciudadanos capaces de jugar de manera eficaz y rigurosa su rol de ‘lanzadores de alertas’ y de participar en la gobernanza ambiental...”, lo cual se complementa con el planteamiento de Gutiérrez-Bastida (2019) sobre una educación “implicada en la transformación eco-social que ayuda a revelar una renovada cosmovisión del universo y una ética eco-social donde las personas desarrollan sus capacidades y aptitudes plenamente” (p.111).

Ambas propuestas, eco-científica y eco-social, permiten la convergencia de una formación ética, política y científica para la construcción de mundos distintos, lo cual es posible y necesario, pues estamos en el tiempo del “todavía no” (Herrero, 2016), lo cual refleja potencialidad y esperanza. Además, las dos propuestas tienen la convicción de que la solidaridad urgente es con la generación de seres humanos que sufren sus consecuencias hoy en día, además de las generaciones futuras (Agúndez, 2021).

En síntesis, una educación científica sin una mirada ecológica y social carece de pertinencia, pues no responde a la solución de las problemáticas socioambientales existentes; en todo caso, una educación científica apolítica, neutral, individualista y en exceso racionalista, es parte del problema ambiental que enfrentamos como humanidad. Por lo tanto, la educación científica vinculada a educación ambiental, como lo

proponen los enfoques eco-científico y eco-social, configuran un solo frente para ayudar a transformar nuestra relación en y con el ambiente, más allá de pensar paliativos para mitigar los efectos del modelo de vida hegemónico insostenible.

4. Conclusiones

Con la intención de articular el cierre de estas reflexiones, si bien se reconoce que la discusión sobre la educación científica y ambiental con y para la primera infancia está abierta, desde el análisis expuesto se valora a la educación científica con perspectiva ecológica y social como una alternativa que permita superar el reduccionismo de la educación científica en la práctica educativa con infantes. Esto, con base en las aproximaciones teóricas discutidas, pero también en las aproximaciones empíricas con docentes sensibles y capaces de desarrollar una práctica educativa que recupera los intereses y apegos de los preescolares, en el interés de poner en marcha una educación científica que, por un lado, supere las limitaciones de la tradición positivista arraigada en la ciencia, y al mismo tiempo amplíe las oportunidades de aprendizaje para ejercer su ciudadanía activa. Una formación que permita a los niños sentar las bases para la comprensión de la complejidad ambiental y que, a su vez, contribuya a la transformación de las formas de relación en y con el ambiente, en otras palabras, enseñar ciencia con conciencia (Porlán, 2018).

Lo central con la primera infancia en materia de educación científica y ambiental es recrear, en la inteligencia, la emoción y la relacionalidad⁶; nuevas formas de ser, saber y estar con el ambiente, concebido como un lugar de vida, un lugar de compromiso con la vida y los sistemas de vida. La importancia de una educación científica con estas características desde edad temprana se inscribe en una postura que integra saberes conceptuales, procedimentales, éticos, estéticos y políticos; es decir, no se reduce a procesos de transmisión de conocimientos científicos o habilidades de pensamiento.

Conviene insistir en el riesgo de contribuir a la conservación de relaciones basadas en el dominio al no integrar una postura ética y política en la educación científica acerca de la comprensión del medio ambiente, además de apoyar la formación de visiones fragmentadas y desarticuladas. En otras palabras, se convoca a promover en los jóvenes estudiantes un pensamiento crítico para cuestionar, sobre todo a partir de la emoción, para generar el compromiso con la transformación de la realidad mediante el pensamiento cuidante, creativo y divergente, a partir de la formación de una identidad personal y colectiva de respeto, amor y colaboración, reconociéndonos como seres eco-dependientes e interdependientes.

En este escenario, la educación eco-socio-científica es una alternativa pertinente para reconstruir la red de conexiones de vida de manera justa y sostenible, que integra una unión entre el saber, el sentir, el deber y el actuar, de la cual se nutre el campo de la educación para la transformación (Gutiérrez-Bastida, 2019). En ello subyace la gran responsabilidad para la educación científica en esta era, especialmente con los más

⁶ La relacionalidad es una noción referida por teóricos de la sociología y la antropología. Alude a la condición epistemológica del pensamiento académico que establece conexiones y relaciones (Mignolo y Walsh, 2018), por una parte, y también a una condición ontológica humana de vinculación con su entorno, presente en las filosofías de culturas prehispánicas de América Latina, y que ha sido estudiada y teorizada por el antropólogo Descola (1986, 2013).

pequeños ciudadanos en estos tiempos. Una educación científica capaz de provocar en la imaginación, el compromiso y el conocimiento a quienes necesitan crecer entre relaciones más justas y sostenibles con el ambiente.

Referencias

- Agúndez, A. (2018). Programa de Filosofía para Niños como propuesta de educación moral: análisis comparado con otros enfoques de la educación moral. *Childhood & Philosophy*, 14(31), 671-695. <https://doi.org/10.12957/childphilo.2018.34305>
- Agúndez, A. (2021). Filosofía y educación ecosocial. En Gutiérrez, J. y Quijera, J. (Coords.), *7 saberes para la educación ambiental en la escuela, Módulo 7: cultivar la ética del género humano*. Cursos de Verano de la UPV/EHUko Uda Ikastaroak.
- Ángel-Maya, A. (2003). *La diosa Némesis. Desarrollo sostenible o cambio cultural*. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente.
- Berger, P. y Luckmann, T. (1995). *La construcción social de la realidad*. Amorrortu Editores.
- Buenfil, R. (2006). Los usos de la teoría en investigación educativa. En Jiménez, M. (Coord.), *Los usos de la teoría en la investigación* (pp. 37-61). Plaza y Valdés.
- Calafell, G. (Febrero de 2021). Enfrentar las cegueras del conocimiento: el error y la ilusión. En Gutiérrez-Bastida, J. y Quijera, J. (Coords.), *7 saberes para la educación ambiental en la escuela*. Cursos de Verano de la UPV/EHUko Uda Ikastaroak.
- Calafell, G. y Junycent, M. (2017). La idea vector y sus esferas: una propuesta formativa para la ambientalización curricular desde la complejidad. *Teoría educativa*, 29(1), 189-216. <https://doi.org/10.14201/teoredu2017291189216>
- Cañal, P., Travé, G. y Pozuelos, F. (2011). Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la escuela*, 73, 5-26. <https://bit.ly/3mxteGJ>
- Chuji, M., Rengifo, G. y Gudynas, E. (2019). El buen vivir. En Kothari, A., Salleh, A., Escobar, A., Demaria, F. y Acosta, A. (Coords.), *Pluriverso Un diccionario del posdesarrollo* (pp. 188-191). Icaria-Antrazyt.
- Cruz-Guzmán, M., Puig, M. y García, A. (2020). ¿Qué tipo de actividades diseñan e implementan en el aula futuros docentes de educación infantil cuando enseñan ciencia mediante rincones de trabajo? *Enseñanza de las ciencias*, 38(1), 27-45. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2698>
- Descola, Ph. (1996). Constructing Natures: Symbolic Ecology and Social Practice. In Ph. Descola y G. Pálsson (eds.), *Nature and Society. Anthropological Perspectives* (pp. 82-102). Routledge.
- Descola, Ph. (2013). *Beyond Nature and Culture*. The University of Chicago Press.
- Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos. Nueva exposición de la relación entre el pensamiento reflexivo y proceso educativo*. Paidós.
- Fernández-Arroyo, J., Puig-Gutiérrez, M- y García, J. (2017). Menos es más (complejidad). Una reflexión sobre la concepción de complejidad predominante en el pensamiento decrecentista. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 1, 4867-4871. <https://bit.ly/3AlOsfX>
- Ferra, G., Méndez, L. y Castro, R. (2019). Políticas y tendencias en el fomento del pensamiento científico: una visión desde los planes de desarrollo 1998-2018. En B. Morales y B. Colorado (Coords.), *La formación inicial docente y la enseñanza de las ciencias: Una investigación evaluativa desde el modelo TPACK* (pp. 1-10). Pearson.
- Flores, F. (Coord.). (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.

- Freire, P. y Faundez, A. (2013). *Por una pedagogía de la pregunta: crítica a una educación basada en respuestas a preguntas inexistentes*. Siglo Veintiuno Editores.
- Giddens, A. (1986) *The constitution of society*. University of California Press.
- González-Gaudiano, E. y Meira, P. (2020). Educación para el cambio climático: ¿educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles Educativos*, 42(168), 157- 174. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.168.59464>
- Gutiérrez-Bastida, J. (2019). Antropoceno: tiempo para la ética ecosocial y la educación ecociudadana. *Educación Social, medio ambiente y sostenibilidad*, 28, 99-113. <https://bit.ly/3iL32Hw>
- Hayward, B. (2021). *Children, Citizenship and Environment*. Routledge.
- Herrero, Y. (2016). Ecologismo: una cuestión de límites. *Encrucijadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales*, 11(1), 1-22. <https://bit.ly/2YxtGg1>
- Jarillo, B. (2014). Listos para aprender y listos para enseñar. La educación preescolar en México. En L. Santibañez y D. Calderón (Coords.), *Los invisibles. Las niñas y los niños de 0 a 6 años: Estado de la Educación en México* (pp. 202-224). Mexicanos primero.
- Jiménez, M. (2006). *Los usos de la teoría en la investigación*. Plaza y Valdés.
- Jiménez, M. (Coord.). (2012). El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. Colofón/Graó.
- Leff, E. (2004). Racionalidad ambiental, otredad y diálogo de saberes. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 2(7), 1-28. <https://bit.ly/3FwbVhV>
- Leff, E. (2007). La complejidad ambiental. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 6(16), 1-19. <https://bit.ly/3Dlr3wF>
- Leff, E. (2011). Sustentabilidad y racionalidad ambiental: hacia otro programa de sociología ambiental. *Revista Mexicana de Sociología*, 73(1), 5-46. <https://bit.ly/3uR6Lbm>
- Le Grange, L. (2019). Ubuntu. En A. Kothari, A. Salleh, A. Escobar, F. Demaria y A. Acosta, (Coords.). *Pluriverso. Un diccionario del posdesarrollo* (pp. 470-473). Icaria-Antrazyt.
- Lister, R. (2007). Why Citizenship: Where, When and How Children? *Theoretical Inquiries in Law* 8(2), 693-717. <https://doi.org/10.2202/1565-3404.1165>
- Manifiesto por la vida. (2002). Manifiesto por la vida. Por una Ética para la Sustentabilidad. *Ambiente & Sociedade*, 10, 149-162. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2002000100012>.
- Meece, J. (2000). *Desarrollo del niño y del adolescente*. Secretaría de Educación Pública.
- Mignolo, W. y Walsh, C. (2018). Introduction. In Mignolo, W. y Walsh, C. (eds.), *On Decoloniality: Concepts, Analytics, Praxis* (pp. 1-12). Duke University Press.
- Morales, B. y Colorado, B. (Coords.), *La formación inicial docente y la enseñanza de las ciencias: Una investigación evaluativa desde el modelo TPACK* (pp. 171-183). Pearson.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes para la educación del futuro*. UNESCO.
- Naciones Unidas (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.
- Ortiz, G. y Cervantes, M. L. (2015). La formación científica en los primeros años de escolaridad. *Panorama*, 9(17), 10-23. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v9i17.788>
- Pilotti, F. (2001). Globalización y convención de los derechos de los niños. El contexto del texto. Naciones Unidas-CEPAL.
- Porlán, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 36(3), 5-22. <https://bit.ly/3akPD4o>
- Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 155-171. <https://bit.ly/2YD2Uml>
- Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288. <https://bit.ly/3uR7dX6>

- Porras, Y. y Pérez, M. (2019). Identidad ambiental: múltiples perspectivas. *Revista Científica*, 34(1), 123-138. <https://doi.org/10.14483/23448350.14003>
- Quintanilla, M., Orellana, C. y Páez, R. (2020). Representaciones epistemológicas sobre competencias de pensamiento científico de educadoras de párvulos en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 47-66. <https://bit.ly/3BnIYT6>
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P. y Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52. <https://bit.ly/3uQVbNw>
- Ricketts, G. (2010). The Roots of Sustainability. *Academic Questions*, 23(1), 20–53. <https://doi.org/10.1007/s12129-009-9151-5>
- Rodríguez, P. (2007). *Para una sociología de la infancia: aspectos teóricos y metodológicos*. Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Sauvé, L. (1999). La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco educativo de referencia integrador. *Tópicos*, 1(2), 7-27. <https://bit.ly/3ln0gtR>
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 5-18. <https://bit.ly/3uTSzP0>
- Sauvé, L. (2013a). Hacia una educación ecocientífica. *Revista TED*, 34, 7-12. <https://doi.org/10.17227/01203916.2107>
- Sauvé, L. (2013b). Saberes por construir y competencias por desarrollar en la dinámica de los debates socio-ecológicos. *Integra educativa*, 6(3), 65-87. <https://bit.ly/309RaZl>
- Sauvé, L. (2014). Educación ambiental y ecociudadanía. Dimensiones claves de un proyecto político pedagógico. *Revista científica*, 18, 12-23. <https://bit.ly/3Ao6q0Y>
- Secretaría de Educación Pública (2011). *Programa de Estudio 2011. Guía para la educadora*. SEP.
- Secretaría de Educación Pública (2017). *Aprendizajes clave para la Educación Integral, Educación preescolar, Plan y programas de estudio, orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación*. SEP.
- Simkin, H. y Becerra, G. (2013). El proceso de socialización. Apuntes para su exploración en el campo psicosocial. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 24(47), 119-142.
- Tonucci, F. (1997). La verdadera reforma empieza a los tres años. *Revista Investigación en la escuela*, 33, 5-16. <https://bit.ly/2YD3lbn>
- Tonnuci, F. (29 de diciembre de 2008). La misión principal de la escuela ya no es enseñar cosas. *La Nación*. <https://bit.ly/3myV0mq>
- Tonucci, F. (2008). *Por qué la infancia: Sobre la necesidad de que nuestras sociedades apuesten definitivamente por las niñas y los niños*. Destino.
- Torres, M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educere*, 14(1), 1409-1442. <https://bit.ly/3Do57Bm>
- Zuleta, O. (2005). La pedagogía de la pregunta. Una contribución para el aprendizaje. *Educere*, 9(28), 115-119. <https://bit.ly/3AlkTLb>

Cómo citar en APA:

Martínez-Silva, M. del C., Cruz-Sánchez, G. E. y Aparicio-Cid, R. (2021). La educación científica infantil con perspectiva ecológica y social para la formación de ciudadanías participativas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 35-50. <https://doi.org/10.35362/rie8724608>

Aprendizagem de ciências no jogo digital Plague Inc.: análise de conteúdo em uma comunidade de jogadores

Taynara Rúbia Campos ¹ 

Daniela Karine Ramos ¹ 

Cláudia Regina de Brito ¹ 

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil.

Resumo. O século XXI trouxe consigo discussões sobre o papel da educação frente a popularização das tecnologias de informação e comunicação, incluindo o ensino e a aprendizagem de ciências. Nesse contexto, os jogos digitais, que são desenvolvidos com base em potentes estratégias de aprendizagem e gamificação, se tornam objetos culturais potentes em promover aprendizagens diversas, que complementam os processos de ensino-aprendizagem na sala de aula. Assim, essa pesquisa teve como objetivo averiguar a aprendizagem de ciências em uma comunidade de jogadores do jogo digital sobre pandemias Plague inc., através da análise do conteúdo de 243 avaliações dos mesmos sobre o jogo, estas categorizadas em seis subcategorias relacionadas ao aprendizado de ciências. Os resultados demonstram o potencial do jogo digital Plague inc. e das práticas de sua comunidade online no desenvolvimento de saberes variados, desde atitudes até conceitos científicos, além de promover o conhecimento prático sobre a relação entre ciências e a sociedade e a interação crítica e criativa entre jogadores da comunidade.

Palavras-chave: aprendizado baseado em jogos digitais; educação em ciências; jogos digitais.

El aprendizaje de las ciencias con el juego digital Plague Inc.: análisis de contenidos en una comunidad de jugadores

Resumen. El siglo XXI trajo consigo debates sobre el papel de la educación ante la popularización de las tecnologías de la información y la comunicación, incluyendo la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En este contexto, los juegos digitales, que se desarrollan en base a potentes estrategias de aprendizaje y gamificación, se convierten en poderosos objetos culturales en la promoción de diversos aprendizajes, que complementan los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula. Así, esta investigación tuvo como objetivo investigar el aprendizaje de las ciencias en una comunidad de jugadores del juego digital sobre pandemias Plague inc. Los resultados demuestran el potencial del juego digital Plague inc. y las prácticas de su comunidad online en el desarrollo de conocimientos variados, desde actitudes hasta conceptos científicos, además de promover conocimientos prácticos sobre la relación entre ciencia y sociedad y la interacción crítica y creativa entre los jugadores de la comunidad.

Palabras clave: aprendizaje digital basado en juegos; educación científica; juegos digitales.

Science learning on the digital game Plague Inc.: content analysis in a player community

Abstract. The 21st century brought with it discussions on the role of education in the face of the popularization of information and communication technologies, including science teaching and learning. In this context, digital games, which are developed based on powerful learning strategies and playability, become powerful cultural objects in promoting diverse learning, which complement the teaching-learning processes in the classroom. Thus, this research aimed to investigate science learning in a community of players of the digital game about pandemics Plague inc. The results demonstrate the potential of the digital game Plague inc. and the practices of its online community in the development of varied knowledge, from attitudes to scientific concepts, in addition to promoting practical knowledge about the relationship between science and society and critical and creative interaction between community players.

Keywords: digital game-based learning; science education; digital games.

1. Introdução

Os jogos digitais referem-se a um universo de formas e possibilidades que proporcionam experiências diversificadas nas interações que se estabelecem entre os jogadores, a interface e o conteúdo neles veiculado. A compreensão dessas interações e seus desdobramentos, no que diz respeito à aprendizagem e suas consequências, têm sido tema de interesse e objeto de pesquisas. Nesse sentido, compreende-se que a aprendizagem acontece nessas interações, tanto em espaços formais, não formais e informais de educação. Observa-se que muitas crianças, jovens e adultos,

com experiências regulares de interação com os jogos digitais, modificam seus repertórios de aprendizagem, incluindo a apropriação de conceitos, o desenvolvimento de habilidades e atitudes.

Parte-se da compreensão dos jogos digitais como sistemas compostos por vários elementos que se inter-relacionam –*software*, *hardware* e interação lúdica significativa – formando contextos de interação que os jogadores podem manipular, explorar e habitar (Salen & Zimmerman, 2012). Mais especificamente, os jogos digitais são atividades lúdicas limitadas pelas regras e pelo contexto, o que gera os desafios, fazendo com que o jogador tome decisões e aja de forma relevante (Schuytema, 2017). Ao atuar nos jogos é preciso se adequar às regras e costumes, explorar e descobrir como passar por obstáculos desafiadores, resolver problemas e tomar decisões para alcançar os objetivos apresentados dentro desse mundo digital (Ramos, 2013).

Os jogos digitais destacam-se pelo nível de envolvimento que provoca no jogador, que se mantém persistente nas tarefas por longo tempo, o que evidencia as qualidades motivacionais dos jogos (Tobias et al., 2014). Partindo do pressuposto que o jogo digital se caracteriza por ser uma experiência imersiva e atrativa para os jogadores que resulta em aprendizagens, neste artigo investigamos um conjunto de postagens realizadas em uma comunidade online de jogadores do Plague inc. para analisar suas percepções sobre as aprendizagens decorrentes da interação com o jogo digital.

Este artigo volta-se às reflexões feitas pelos jogadores, sobre suas aprendizagens e experiências ao interagir com o jogo, resgatando, comparando e compartilhando conhecimentos formais de ciências biológicas com os outros membros da comunidade *online* da qual participam. Entende-se que a aprendizagem com jogos digitais deve considerar os espaços relacionados a eles e habitados por seus jogadores. Nesse caso, o espaço da comunidade pode se configurar em uma forma interativa de se vivenciar, pensar e discutir sobre ciências, em variados contextos, de diferentes maneiras e abordagens.

2. Comunidades e aprendizagem com jogos digitais

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), parâmetro mais recente para a educação brasileira, caracteriza os jogos como recursos de aprendizagem e como práticas culturais. Desse modo, no documento, os jogos digitais aparecem como um recurso separado dos outros jogos, inclusive reconhecendo a importância de entendê-los como fenômenos culturais, sociais e de aprendizagem. Essa compreensão é apresentada em forma de objetivos pedagógicos, sendo: a experimentação dos mesmos dentro e fora da escola, a compreensão e valorização dos significados atribuídos a esses recursos por diferentes grupos sociais, a identificação das transformações tecnológicas envolvidas e a relação deles com jogos analógicos, experiências corporais e a cultura (Ministério da Educação, 2018).

Nesse contexto, não é de surpreender que os jogos digitais, como possibilidade educacional, encontram lugar nas práticas e nas pesquisas em educação. No levantamento realizado em 2017, foram produzidos em torno de 460 jogos digitais para o uso na escola, demonstrando o reconhecimento da indústria nesse tipo de objeto de aprendizagem (Sakuda & Fortim, 2018). Segundo Clark e colaboradores (2016), es-

tudos sobre jogos digitais inicialmente se concentravam nos impactos negativos, como agressividade, alienação e vício. Os autores complementam que as consequências positivas e o potencial para a aprendizagem despertaram interesse de pesquisadores a partir dos anos 1990, com crescimento nos anos 2000.

No contexto da pesquisa com jogos digitais e seus potenciais para a educação, Gee (2010) listou inicialmente 36 princípios de aprendizagem presentes nos jogos digitais, sendo reorganizados posteriormente em 16 princípios. Para ele, a aprendizagem que ocorre com os jogos digitais é crítica, reflexiva e ativa, pois os elementos e mecânicas do jogo possibilitam reflexão das ações, busca de novas estratégias, ponderação de prós e contras, conhecimento e aceitação das regras, além de considerar o contexto social e cultural daquele mundo, dentro e fora do *software*.

Gee (2003) aponta cinco condições para um jogo digital ser considerado eficiente para a aprendizagem: 1) armazenar experiências e relacioná-las a metas e objetivos claros; 2) valorizar o aprendizado advindo das experiências e ações anteriores a fim de utilizá-las em outros contextos; 3) oferecer *feedback* imediato possibilitando que o jogador possa reconhecer erros e pensar em como atingir os objetivos de diferentes formas; 4) oportunizar para que os jogadores possam aplicar suas experiências e aprendizados prévios; 5) favorecer a socialização de saberes entre pares, com outros jogadores e mentores.

Destaca-se, ainda, que os jogos digitais têm potencial para alcançar crianças e jovens, permitindo seu crescimento intelectual e social, devido à forma como os conteúdos são apresentados, as metas bem definidas e o convite a resolução contínua de problemas (Squire, 2011). Para Eck (2015), as evidências acumuladas nos últimos 30 anos não deixam dúvidas de que os jogos digitais podem ensinar, considerando mais importantes: o que ensinam, como ensinam e, como utilizá-los.

A incorporação dos jogos digitais na educação pode ser pensada de quatro maneiras, segundo Eck (2015). A primeira refere-se à utilização de *serious games* ou jogos sérios para ensinar, também utilizar jogos de entretenimento para atingir objetivos educacionais, outra opção é a criação de jogos digitais pelos alunos e, por fim, a *gamificação* que utiliza os mecanismos e princípios dos jogos em ambientes que não são jogos.

Além desses enfoques destaca-se os jogos digitais como comunidades de prática. Esse foco considera que as tecnologias digitais podem ser entendidas como espaços, seja de convivência, de compartilhamento, de produção, de ativismo, entre outras interações viabilizadas pelo ciberespaço (Backes, 2011). Ademais, entendemos que o mundo dos jogos digitais se estende para outras plataformas, mídias e espaços além do *software*, onde os jogadores igualmente habitam, o que Zimmerman (2007) chama de "*metagame*".

Dessa forma, entende-se que jogar um jogo digital vai além de conhecer as regras, objetivos e a interface do jogo, inclui conseguir participar das práticas sociais e comunicacionais a partir dele, como, por exemplo, utilizar linguagem específica, produzir conteúdos e se engajar em práticas que, muitas vezes, são realizadas nas comunidades de jogadores (Zagal, 2008).

Os jogos digitais apresentam como elemento constitutivo comunidades virtuais que concentram jogares que se comunicam de forma interativa. As comunidades têm como objetivo possibilitar relações de trocas sobre infinitos aspectos circunscritos aos jogos. Elas são forjadas ao longo de processos histórico-sociais e assumem características genuínas, sobretudo por se tratar da convivência entre seres gregários. São muitos os estudos sobre grupos sociais e comunidades. Autores como Tönnies (1973), definem que as comunidades fomentam relações sociais que se estabelecem pelos valores e condutas comuns, com interações orgânicas, pela união, como exemplo, a família, a língua, o território, dentre outros.

Nesse caleidoscópio social, pesquisas apontam elementos comuns definidores de comunidade que remetem ao sentimento de pertencimento, a territorialidade, a permanência e formas específicas de comunicação. Assim, os avanços tecnológicos impõem diferentes formatos de relações sociais, de produção, de convivências ou de habitar, potencializando o imperativo de alargarmos o entendimento de território, de presencialidade, de trocas e aprendizagem.

As comunidades virtuais, se formam e habitam ambientes no ciberespaço que, segundo Recuero (2001), são considerados grupos de pessoas em relação, que se comunicam mediadas por computador, organizadas por afinidades, independente da proximidade física. Estão ancoradas em duas características fundamentais comuns: o valor da comunicação livre e horizontal e o da formação autônoma de redes. Dessa forma, com respaldo em teorias, nos aproximamos do entendimento de comunidades virtuais formadas por interessados e praticantes de jogos digitais. São compostas por grupos que interagem mediados por tecnologias, que habitam o ciberespaço, organizados por afinidades e interesses comuns. Nestas comunidades são trocadas experiências de aprendizagem, baseada na colaboração, onde são utilizadas estratégias horizontais não hierarquizadas, com regras pactuadas que possibilitam a manutenção de laços e, sobretudo, construções identitárias.

3. Metodologia

A pesquisa realizada caracteriza-se por ser exploratória e de abordagem qualitativa e busca ampliar a compreensão sobre o que os jogadores aprendem sobre ciências a partir da análise de contribuições espontâneas e participações em uma comunidade *online* de jogadores. Dessa forma, a análise incluiu jogadores que participam da comunidade *online* do jogo digital *Plague inc.*, considerando suas postagens na plataforma *Steam* (<https://store.steampowered.com>), que divulga e vende jogos digitais, bem como conta com uma comunidade grande de jogadores.

A seleção do jogo digital analisado considerou aspectos que possibilitariam sua integração em contextos educacionais, destacando os conteúdos que podem ser contextualizados, problematizados e explorados na interação com o jogo. Diante disso, os critérios para seleção do jogo observaram a disponibilidade de versão em português gratuita ou semi-gratuita, a compatibilidade com computadores e *tablets*, comumente utilizados em escolas e, a aderência a conteúdos que poderiam ser abordados em aulas de ciências. Por fim, para base de análise, considerou-se a existência de comunidades de jogares para extração de suas contribuições.



Figura 1. O jogo *Plague Inc.* está disponível na Plataforma *Steam* onde os jogadores podem escrever análises sobre o mesmo.

Fonte: https://store.steampowered.com/app/246620/Plague_Inc_Evolved/

A partir disso, o jogo digital selecionado foi o *Plague inc.*, um jogo digital de estratégia criado pela empresa britânica *Ndemic Games*, onde o jogador precisa criar uma pandemia que destruirá a humanidade. Para isso, ele pode utilizar diferentes organismos, desde bactérias a armas biológicas, mudar as variáveis que deixarão a doença criada mais contagiosa e letal. Entretanto, os humanos tentarão se proteger, por meio de diversas ações como o fechamento de aeroportos, fronteiras e campanhas de prevenção, sobretudo o financiamento de uma vacina. Apesar de o jogo não ter sido criado especificamente para o uso escolar, ele apresenta potencial educacional devido aos conteúdos abordados além de possuir uma comunidade ativa necessária para a análise pretendida.

As avaliações foram coletadas na comunidade *online* do jogo digital na plataforma *Steam*, em inglês e em português, do Brasil e de Portugal, publicadas entre janeiro de 2015 e agosto de 2020.

A análise das avaliações pautou-se na análise de conteúdo descrita por Bardin (2011), observando três etapas para a organização: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados. Na pré-análise realizou-se o contato inicial com o material pela leitura flutuante, para formular hipóteses e elaborar indicadores que norteariam a análise. Na exploração do material os dados foram codificados, trabalhando de forma sistemática com unidades do discurso. Para então, na última etapa, organizar e preparar a apresentação dos resultados.

O total de avaliações iniciais somaram 1734 postagens, sendo 680 pelo filtro de linguagem em inglês, 990 em português do Brasil e 64 em português de Portugal. Após a leitura flutuante 1189 foram excluídas com base nos critérios estabelecidos. Os critérios de exclusão utilizados nessa etapa foram: restringiam-se a elogios ou xingamentos, mensagens que não abordavam aprendizagem e conteúdo de ciências, limitavam-se a expressões, palavras ou letras sem sentido. Esse processo resultou em 545 avaliações que foram analisadas, destas 233 foram codificadas na categoria aprendizagem.

A leitura flutuante foi realizada em conjunto com anotações iniciais que resultaram na criação e aplicação de categorias para classificar os discursos dos jogadores (Santos, 2012). Na sequência, foi realizada a codificação destes discursos e o agregamento dos códigos que foram progressivamente compondo as subcategorias da categoria “aprendizagem”. Como algumas avaliações eram extensas, foram codificados fragmentos textuais de no mínimo uma frase até no máximo um parágrafo, sendo que um mesmo fragmento não poderia pertencer a duas categorias diferentes e a mesma categoria só foi considerada uma vez, se presente, em cada avaliação.

Essa categoria está relacionada aos benefícios de aprendizagem ou atitudes em relação a ciências que foram reportados pelos jogadores em suas avaliações sobre o jogo digital em questão. A caracterização das subcategorias foi baseada no que se observou no material e estão disposta no quadro 1.

Quadro 1. Categoria final relacionada à aprendizagem relatada pelos jogadores.

Subcategorias	Caracterização no material
Jogo educativo	Os jogadores consideram o jogo como educativo, sem especificar o conteúdo aprendido.
Educativo sobre ciências biológicas	Relatos sobre o aprendizado de conteúdos relacionados a ciências biológicas.
Educativo sobre outros conteúdos	Relatos sobre o aprendizado de outros conteúdos.
Reflexão sobre atitudes	Reflexões sobre mudanças de atitudes que podem ser incentivadas pelo jogo.
Interesse em ciências	Os jogadores relatam o desenvolvimento do interesse em ciências incentivado pelo jogo.
Comunidade de aprendizagem	Os jogadores relatam experiências de aprendizagem relacionadas com a comunidade de jogadores.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Santa Catarina e se encontra sob o número CAAE: 37188720.3.0000.0121. Assim, os nomes de usuário dos jogadores foram transformados em códigos alfanuméricos, a letra representando o país (BR - Brasil, E – países de língua inglesa, P – Portugal) e o número da avaliação, para proteger sua confidencialidade e anonimato e suas falas são utilizadas somente para exemplificar os resultados, sendo algumas traduzidas do inglês.

4. Resultados e discussão

A aprendizagem é considerada resultado das experiências que ampliam os repertórios cognitivos, afetivos, atitudinais e comportamentais dos indivíduo. Os jogos digitais cada vez mais configuram-se como experiências que resultam em aprendizagens diversas. Diante disso, a análise desta categoria procurou identificar as percepções e opiniões dos jogadores do *Plague Inc.*, procurando mapear os benefícios relacionados à aprendizagem que são reconhecidos e relatados pelos próprios. No gráfico abaixo é possível observar as subcategorias e a frequência de ocorrência de cada uma delas nas avaliações feitas pelos jogadores e coletadas na plataforma.

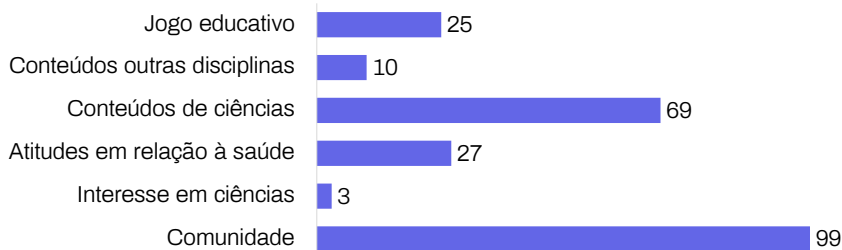


Gráfico 1. Subcategorias de aprendizagem codificadas a partir das postagens dos jogadores.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

Como demonstrado no gráfico acima, 25 jogadores consideram o jogo como educativo, sem especificar exatamente um conteúdo aprendido. Entre eles, dois jogadores afirmam que o *Plague inc.* pode ser uma ferramenta educacional, um afirma que é uma “experiência educacional” e, outros dois, dizem que é um jogo informativo, assim, corroborando com o entendimento já explicitado de que a aprendizagem com jogos digitais ocorre na experiência e nas relações interativas com o ambiente digital.

A relação com a escola é referenciada pelos jogadores, dois jogadores afirmam que aprenderam mais com o jogo do que com a escola e oito deles de que o jogo os ajudou ou pode ajudar na escola, enquanto dois jogadores relatam que, diferente dos jogos educativos, esse jogo não é chato.

Para autores como Gee (2003; 2010) e Squire (2011) todos os jogos digitais são educativos, já que o jogador precisa pelo menos aprender a jogar. Ao jogar é necessário compreender a narrativa, os desafios e as mecânicas, bem como aprimorar habilidades cognitivas e motoras. Entretanto, nota-se que na visão dos jogadores há diferença entre o que seria um “jogo educativo” e o que não seria. Eles citam a falta de desafios e diversão dos jogos digitais utilizados na escola, diferente dos jogos de entretenimento, que se tornam cada vez mais complexos e longos (Gee, 2003).

Nesse sentido, pondera-se se estes jogos são simplificados ao ponto de se tornarem algo muito parecido com o realizado e conhecido no ambiente escolar. Alguns motivos para tais ponderações, a saber: a falta de conhecimento dos professores em relação aos jogos digitais ou de recursos tecnológicos nas escolas, as diferenças de acesso entre os estudantes, o tempo de aula, a sobrecarga e desvalorização dos profissionais da educação, a cobrança avaliativa dos alunos, quando alguns professores e escola, ainda valorizam o conteudismo e a memorização.

O entendimento de que certos conteúdos e aprendizados não são “escolares” exclui formas diferentes de aprender e desconsidera assuntos do cotidiano e aprendizado de outras competências que se fazem presentes nos jogos (Gee, 2003).

Um jogador afirma que jogou o *Plague inc.* em aula e o jogador P464, que se identifica como um professor, descreve brevemente como utiliza o jogo digital em suas aulas:

Eu na verdade uso esse jogo como uma pausa em um curso de graduação [...] Eu ensino biologia e projeto o jogo com o nosso retroprojeto e deixo os estudantes coletivamente fazer todas as escolhas do jogo. [...] Nós falamos sobre doenças reais, antivacina e mutações através do tempo enquanto jogamos. [...] Eu tento manter nossa discussão educativa, mas, ainda assim, divertida [...] (Jogador E464, 10 março de 2019, tradução das autoras).

O professor trabalha com o jogo de forma colaborativa, relacionando com eventos reais e gerando discussões entre alunos, uma atividade que pode auxiliar na promoção do pensamento crítico e compreensão da ciência como parte da sociedade (Gaydos & Squire, 2012; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2014).

Na subcategoria “educativo sobre ciências biológicas”, segunda em ocorrências, totalizando 69 falas, os jogadores afirmam considerar que o jogo ensina sobre temas relacionados a essa disciplina.

Maior parte dos jogadores, 33 no total, relatam o aprendizado sobre doenças e pandemias. O jogador BR14 afirma que:

Dá um excelente entendimento de uma pandemia real. Replica cenários do mundo real, como outras pandemias anteriores e até mesmo fake news. [...] Mais do que um jogo, uma verdadeira aula do que acontece quando uma pandemia estoura no mundo real, este jogo é altamente recomendado. [...] (Jogador BR714, 5 de abril de 2020).

Para 16 jogadores, simular e vivenciar doenças reais os ajudou a aprender mais sobre as mesmas, citam doenças como a peste-negra, H1N1, a mononucleose, a gripe aviária, a varíola, a doença da vaca louca e o próprio coronavírus. O jogador E701 considera o caráter educativo de poder simular doenças “...as pragas e doenças se relacionam com a história da humanidade”. Assim, argumenta que o jogo tanto auxilia na compreensão sobre a biologia de diferentes patógenos quanto nos impactos sociais e culturais que uma pandemia pode causar. Nesse sentido, o jogador E401 aponta o benefício de poder visualizar as relações entre as variáveis socioeconômicas e climáticas dos países com as doenças pandêmicas simuladas.

A facilitação na visualização de diferentes variáveis presentes em fenômenos diversos é um dos potenciais de aprendizagem dos jogos digitais já reportados em estudos, como o realizado por Cheng e colaboradores (2018) utilizando o jogo *Plague inc.* com universitários em aulas de epidemiologia. Os autores relataram que o jogo auxiliou na compreensão sobre causa e efeito dos sintomas em relação ao tempo, além das características dos organismos infecciosos, a compreensão dos dados e suas representações gráficas. Nesse sentido, Corredor e colaboradores (2013) também reportam resultados positivos na sistematização e organização de processos biológicos pelos estudantes ao utilizar um jogo digital sobre infecções virais e afirmam que os alunos que jogaram tiveram mais facilidade de lembrar dos acontecimentos e estágios da infecção viral detalhadamente e em ordem cronológica.

O jogador E678 relata o aprendizado sobre adaptação biológica através do jogo. Além dele, outros dois jogadores comentam ter aprendido sobre mutações genéticas e quatro outros sobre evolução. Contudo, esses temas aparecem no jogo de forma simplificada e, até mesmo ilustrativa. Assim, ao usá-lo em aulas, o professor pode explorar os limites e erros conceituais por meio de discussões e atividades com

alunos, para que não haja desentendimentos. O aprendizado de mutações genéticas, evolução e adaptação biológicas é descrito nos estudos de Sena (2016) e Costa e Ocelli (2020) que utilizaram o jogo *Plague inc.*

Nove jogadores registram o aprendizado sobre microrganismos, porém, generalizando, de forma simplista, como “doenças”. O professor poderia lançar mão da ferramenta e discutir que não há dualidade - bem e mal - e sim papéis ecológicos desempenhados por esses organismos, enaltecendo suas diferenças biológicas.

Nesse contexto, o *Plague inc.* poderia possibilitar o entendimento do trabalho de cientistas, assim como a compreensão do impacto e papel desses profissionais na sociedade, conforme exemplo abaixo:

Na superfície você ganhará algum entendimento sobre como vários tipos de pragas se espalham e adaptam a novos ambientes e como sobre os métodos que os cientistas usam para diminuir a transmissão e acabar com elas. (Jogador E678, 4 de abril de 2015, tradução da autora)

Esse reconhecimento é um dos objetivos de uma educação em ciências que possibilite o estudante compreender a relação entre ciências, tecnologia e sociedade (Gaydos & Squire, 2012; Tenreiro-Vieira & Vieira, 2014).

Gee (2010) afirma que os bons jogos digitais funcionam como um ciclo que se assemelha a um experimento, onde o jogador cria uma hipótese, testa, avalia e reflete sobre os resultados. Cria outra hipótese, testa e dá sequência. Nesse contexto, os jogos digitais são exitosos no ensino de metodologia e pensamento científico (Morris *et al.*, 2013; Mattar *et al.*, 2017; Halpern *et al.*, 2012). Segundo Diamond (2013), os jogadores acionam conhecimentos adquiridos pela memória de trabalho e armazenados, na memória de curto prazo, estabelecendo conexões.

Além disso, os jogadores relatam a conscientização em relação a problemas de saúde pública e prevenção de doenças, como afirmado pelo jogador PBR914, o jogo é “uma forma para jovens através do jogo aprenderem e se prevenirem de doenças” (Jogador PBR914, 16 de junho de 2015). Esse aprendizado também foi reportado por Nascimento e colaboradores (2020) e Alarcia (2015) ao utilizar o jogo *Plague inc.* com estudantes.

Considerando a pandemia de coronavírus e o consequente aumento da popularidade do *Plague inc.*, não é surpresa que os jogadores o referenciem em suas avaliações. Sete jogadores relatam que aprenderam que o jogo pode servir de aprendizagem sobre a atual pandemia.

O jogador E603 comenta que há “tanta informação aqui...estou surpreso que nós não ainda conseguimos conter o coronavírus” (Jogador E603, 26 de junho de 2020, tradução da autora), enquanto o jogador E584, comenta que está trabalhando na linha de frente de combate ao coronavírus, faz uma reflexão sobre a sua experiência real e o que vivenciou através do jogo digital:

Contudo, jogar PI:E pode ser uma experiência catártica e educacional. [...] alguém pode aprender através de PI:E alguns fatores que podem contribuir ou não em uma pandemia. Se você tentar PI:E ou não, por favor fique seguro e saudável, e pratique distanciamento físico como parte de combater a pandemia de COVID-19. Escute os profissionais da saúde, e os ajude a fazer os

seus trabalhos. Se PI:E pode ensinar alguma coisa ao público geral, seria que se comportando de outra maneira pode levar a cenários que são muito mais assustadores e letais. (Jogador E584, 28 de abril de 2020, tradução da autora)

Assim, reforça-se o entendimento dos jogos digitais como ambientes que viabilizam experiências, jogar um jogo sobre pandemias no atual cenário é um comportamento que pode estar relacionado ao desejo de compreensão da realidade, com algum tipo de controle e segurança. O jogador afirma que o jogo poderia ser utilizado para aprender como certas atitudes são essenciais em uma pandemia.

Na subcategoria “Educativo sobre outros conteúdos” dez jogadores registram aprenderam outros temas além de ciências biológicas, sendo que nove se referem ao aprendizado de geografia e um fala sobre matemática:

Todo mundo sabe que a progressão geométrica é rápida. Mas, nossa, jogando esse jogo você pode quase sentir os algoritmos por trás das cenas começarem a trabalhar quando você os alimenta com um pouco das suas mudanças. Eu diria que o jogo de algum modo pode te lembrar que a matemática pode ser realmente interessante. (Jogador E403, 4 de julho de 2018, tradução das autoras)

Entre os relatos associados a aprendizagem de geografia, dois jogadores comentam que é possível aprender acerca das características socioeconômicas dos países, quatro citam a aprendizagem de geografia de maneira geral e um fala sobre a visualização de mapas. Além disso, um jogador relata que o jogo o ajudou nas aulas de geografia.

A subcategoria “Reflexões sobre atitudes” possui 28 falas condizentes com mudanças de atitudes em relação à própria saúde que foram incentivadas pelo jogo, como, por exemplo, lavar as mãos e seguir as orientações da Organização Mundial da Saúde. O tema mais frequente entre esses relatos foi de que o jogo serve como um alerta para o quanto os humanos podem ser frágeis diante uma doença que se torna pandêmica (n = 9), onde o jogador BR366 afirma:

nele vc pode fazer o sonho de qualquer um descobrir como uma doença se espalha fazendo assim você tomar mais cuidado com a propria saude (Jogador BR366, 24 de novembro de 2018).

A pandemia do coronavírus é citada por três jogadores, todos em 2020, sendo que o jogador BR763 comenta que “Lava a mão e usa mascherinha caso contrário o corona levará sua vida :D” (Jogador PBR763, 2 de maio de 2020), em óbvia referência às medidas preventivas que devem ser tomadas durante a pandemia de coronavírus.

Nesse contexto, o movimento conspiracionista e anticientífico, antivacina foram tema em dez falas, sendo que o jogador E461 comenta que “depois de uma petição *online*, os desenvolvedores adicionarão os antivacina como um cenário. 10/10.” (Jogador E461, 1 de março de 2019, tradução das autoras). Todos os comentários sobre a adição do movimento antivacina demonstravam o entendimento de que ele favoreceria a pandemia, atrapalhando os esforços feitos para contê-la.

Esse comportamento demonstra o engajamento dos jogadores com o jogo digital, ao se materializar em petição *online* e conseguir assinaturas para que algo que consideram relevante para o jogo seja adicionado. Inclusive, no fórum do jogo digital na *Steam*, um dos tópicos com mais respostas postadas é o criado pelo desenvolvedor

do jogo pedindo sugestões para os jogadores. Assim, a comunidade se torna local de troca de experiências, construção de conhecimentos e do próprio jogo, gerando participação ativa dos jogadores e não apenas o consumo do que é apresentado.

A subcategoria de “Interesse em ciências” tem menos falas relacionadas, três no total. Citamos o jogador E688 que diz “Nos próximos anos eu vou estudar microbiologia e imunologia [...] Ele não somente desperta meus interesses mas também é muito divertido.” (Jogador E688, 21 de maio de 2015, tradução da autora). Ressaltamos a afirmação do jogador de que a diversão e o desafio são os motivos que o fazem gostar tanto do jogo, despertando seu interesse em ciências, inclusive o fazendo estudar uma área relacionada.

Ao analisar as abordagens dos jogadores, nota-se que o jogo digital pode promover a construção de conhecimento, reflexões sobre ciência e mudanças de atitudes, igualmente pode incentivar o interesse por carreiras científicas. Nesse sentido, o jogo poderia estimular um olhar para as ciências e sua relação com a sociedade sob uma nova perspectiva, assim, a partir dessa experiência, ao jogar, possam fazer “escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum (Ministério da Educação, p. 321, 2018). O professor pode utilizá-lo para gerar reflexão e debate acerca da presença da ciência na sociedade, como ocorrem as descobertas e pesquisas científicas, sobre as diversas variáveis presentes em um cenário pandêmico, entre outros assuntos que podem ser discutidos com e entre os estudantes.

A subcategoria com mais falas caracterizadas é “comunidade”, onde 99 jogadores relatam aprendizados diversos na comunidade de jogadores, principalmente relacionados a produção de conteúdos, como criar e compartilhar cenários próprios, fazer vídeos de *gameplay*, guias de estratégia e, até mesmo a tradução do próprio jogo.

A ajuda com a tradução do jogo foi compartilhada por dois jogadores brasileiros, um deles afirma que outros membros da comunidade também são responsáveis pela versão do jogo em português do Brasil. Castells (2013) afirma que a comunidade se define na perspectiva de “fazer parte” da mesma, algo também apontado por Gee e Haynes (2012) sobre a comunidade de jogadores de *The Sims*. Os autores notam que os jogadores se engajavam nas práticas da comunidade, com produção de conteúdo e modificações para o jogo digital, além de ensinar sobre o jogo e tais práticas.

Há relatos de 59 jogadores sobre os benefícios da possibilidade de jogar e avaliar os cenários criados por outros jogadores, 6 deles citam produções feitas pela comunidade, como guias de estratégia. Esses comentários demonstram a relevância das produções para os jogadores:

O conteúdo gerado pela comunidade é provavelmente a melhor parte se você gosta de humor tolo e absurdo misturado com uma jogabilidade inteligente. (Jogador E12, 18 de fevereiro de 2016, tradução das autoras)

O criador de cenários permite que jogadores modifiquem variáveis do jogo, tais como, condições de vitória, clima de países, entre outros elementos e detalhes, utilizando a mecânica básica que envolve estourar bolhas para ganhar pontos e comprar progressões para alguma variável. Assim, o jogador precisa entender como

o *design* do jogo funciona e como poderia expressar suas ideias a partir dessa base. A possibilidade de criar seus próprios cenários e compartilhá-los é citado de maneira positiva, 46 vezes.

Jacques (2015) discute o incentivo à criatividade, autoria e até o aprendizado sobre programação e *design* que o *Plague inc.* promove com a possibilidade de criação e partilha das fases no modo de criação de cenários. Ela aponta que os jogadores podem trazer conhecimentos e interesses baseados em suas experiências e criar fases não apenas sobre doenças, como, por exemplo, filosofia, política, guerras históricas e/ou cultura popular.

O uso da criatividade em atividades que não envolvem o uso do *software* diretamente é apontado por cinco jogadores. Mencionam que o jogo os inspira a escrever suas próprias histórias ou criar conteúdos, como *blogs* e vídeos no *youtube*.

O interesse nos jogos digitais pode influenciar os jogadores a tentarem criar seus próprios conteúdos, espaços e comunidades, incentivando o desenvolvimento de outros conhecimentos que vão além do conteúdo e temática do próprio jogo, como o uso de programas de filmagem, de edição de vídeo e roteirização (Gee & Haynes, 2012). Dessa forma, discute-se que compartilhar suas criações com outros jogadores cria um sentimento de pertencimento, onde os jogadores se empoderam dos conteúdos e compartilham produções com uma comunidade que reúne “iguais”.

Com esta abordagem histórica, observa-se que o jogo desenvolve habilidades que culminam em transformações, ou seja, mudanças de opinião sobre questões sanitárias, socioeconômicas, territorialidade, dentre outras. De maneira lúdica, engajada e despreocupada, os jogadores-aprendizes manifestam interesse pelo conhecimento científico, o papel da ciência na sociedade e sua relação com o cotidiano. Com ênfase é explicitada a construção da identidade por meio da exploração e curiosidade sobre os temas abordados, a possibilidade do “mão na massa” na criação própria de fases do jogo e na resolução dos problemas apresentados e, apreciam, sobretudo, as contribuições, partilhas e aprendizados realizadas com a comunidade.

5. Considerações finais

As narrativas dos jogadores que fundamentaram a categoria aprendizagem e suas subcategorias, conforme observado, possibilitam paralelos com os princípios de aprendizagem que, segundo Gee (2003; 2010), caracterizam os bons jogos digitais e podem ser indicados como dispositivos educacionais. Tais narrativas explicitam o entendimento dos jogadores de que o *Plague inc.* pode ser considerado educativo sob vários aspectos mesmo não que não tenha sido criado especificamente para uso escolar. Observa-se, ainda, que o jogo não fica circunscrito ao conteúdo de uma disciplina específica, trazendo à tona o caráter multidisciplinar essencial em estratégias pedagógicas que tenham foco nas relações das ciências, tecnologias e sociedade.

Nesse contexto, os relatos espontâneos dos jogadores indicam que aprenderam com o jogo conteúdos abordado no ensino formal, destacando-se uma série de temas como doenças, vacinas, microrganismos, mutação genética, evolução e a pandemia de coronavírus. Por óbvio, seria necessário um aprofundamento nos estudos para saber o que realmente aprenderam e como — a partir de quais mecânicas, interações sociais ou elementos presentes no jogo digital ou práticas da comunidade. No entanto, rela-

tos sobre esses aprendizados, mudanças de atitude em relação à saúde e reflexões acerca de assuntos como saúde pública e papel da ciência na sociedade demonstram um potencial positivo do jogo digital *Plague inc.* como uma mídia de entretenimento que pode ser utilizada em práticas pedagógicas.

Outro ponto observado é como o lúdico do jogo digital ultrapassa as barreiras do *software* e os jogadores levam os conteúdos e experiências que vivenciam para outras plataformas e atividades de seu interesse, muitas vezes desenvolvendo habilidades e fomentando atitudes de forma tangencial. Estes interesses podem ser incentivados e mediados pelos professores ao utilizar jogos digitais em suas aulas, criando um ambiente de comunidade, onde os alunos-jogadores socializam suas aprendizagens e produções com seus pares. Além disso, jogos digitais, como *Plague Inc.*, podem ser utilizados em práticas na sala de aula que ultrapassam o jogar, podendo ser utilizados em conjunto com atividades de análise crítica, debates e produções artísticas diversas. Assim, dentre os benefícios de aprendizagem observados destaca-se o caráter social dos jogos digitais, onde os relatos dos jogadores apontam aspectos positivos e relacionados com aprendizagens, tais como a comunicação, colaboração, criatividade e utilização de tecnologias para criação de conteúdos próprios.

Por fim, observa-se que tanto no jogo digital quanto na comunidade de jogadores, o estudante-jogador tem a possibilidade de compreender os problemas do entorno e desenvolver um percurso de aprendizagem próprio ao se debruçar em questões amplas, contextualizando cada situação e, conseqüentemente refletindo suas decisões e ações de forma situada. São experiências educacionais que reforçam a compreensão de que pessoas aprendem na intersubjetividade, mediadas pelo objeto de estudo e pelo mundo.

Referências

- Alarcia, D. T. (2015). *Plague Inc.: Pandemias, videojuegos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias sociales. Innovaciones didácticas*, 14, 135-142. <https://bit.ly/3vIVTwE>
- Backes, L. A. (2011). *Configuração do espaço de convivência digital virtual: A Cultura emergente no processo de formação do educador*. Tese de Doutorado em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 362 p. <https://bit.ly/316ZnOB>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Castells, M. (2013). *Redes de indignação e esperança: movimentos sociais na era da internet*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Cheng, S., Egues, A. L. & Cohen-Brown, G. (2018). Visualizing medicine: Mapping connections with *Plague Inc.* to learn in the interdisciplinary classroom. En: R. D. Lansiquot, S. P. Macdonald (Eds), *Interdisciplinary Place-Based Learning in Urban Education* (pp. 111–132), New York: Palgrave MacMillan.
- Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E. & Kollingsworth, S. S. (2016). Digital games, design and learning: A systematic review and Meta-Analysis. *American Educational Research Association*, 86(1), 79-122. <https://www.doi.org/10.3102/0034654315582065>
- Corredor, J., Squire, K. & Gaydos, M. (2013). Seeing change in time: Video games to teach about temporal change in scientific phenomena. *Journal of Science Education & Technology*, 3(3), 324-343. <https://www.doi.org/10.1007/s10956-013-9466-4>

- Costa, G. M. D. & Occelli, M. (2020). Análisis de simulaciones computacionales para la enseñanza del modelo de evolución biológica por selección natural. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 2201–2222. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2201
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual review of psychology*, 64(1), 135-168. <https://www.doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>.
- Eck, R. N. V. (2015). Digital game-based learning: Still restless after all these years. *Educause Review*, 50(6), 13. <https://bit.ly/3jER7eR>
- Gaydos, M. J. & Squire, K. (2012). Role playing games for scientific citizenship. *Cultural Studies of Science Education*, 7(4), 821-884. <https://www.doi.org/10.1007/BF02504859>
- Gee, J. P. (2003). *What videogames have to teach us about learning and literacy*. Nova Iorque: Palgrave Macmillan.
- Gee, J. P. (2010). *Bons Videojogos + Boa Aprendizagem: Colectânea de Ensaio sobre os Videojogos, a Aprendizagem e a Literacia*. Portugal: Contrapontos.
- Gee, J. P. & Haynes, E. (2012). Nurturing Affinity Spaces and Game-Based Learning. In: C. Steinkuehle, K. Squire, S. Barab (Eds). *Games, Learning and Society* (129 – 153), Londres: Cambridge University Press.
- Halpern, D. F., Millis, K., Graesser, A. C., Butler, H., Forsynth, C. & Cai, Z. (2012) Operation ARA: A computerized learning game that teaches critical thinking and scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 7, 93–100. <https://www.doi.org/10.1016/j.tsc.2012.03.006>
- Jacques, L. A. (2015). An analysis of Plague, Inc: Evolved for learning. In: D. Davidson (Ed). *Well played: A journal on videogames, values and meaning* (112– 25), Estados Unidos: Carnegie Mellon University ETC Press.
- Mattar, J., Souza, A. L. M. & Beduschi, J. O. (2017). Games para o ensino de metodologia científica: revisão de literatura e boas práticas. *Educação, Formação & Tecnologias*, 10(1), 3-19. <https://bit.ly/3jFvzPh>
- Ministério da Educação. (2018). *Base nacional comum curricular*. Brasil: UNDIME – União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação, CONSED: Conselho Nacional de Secretários de Educação. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- Nascimento, F. G. M., Benedetti, T. R. & Santos, A. R. (2020). Uso do Jogo Plague Inc.: uma possibilidade para o Ensino de Ciências em tempos da COVID-19. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 25909-25928. <https://www.doi.org/10.34117/bjdv6n5-156>
- Morris, B. J., Croker, S., Zimmerman, C., Gill, D. & Romig, C. (2013). Gaming science: the “Gamification” of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4(607), 1–16. <https://www.doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>
- Ramos, D. K. (2013). Jogos cognitivos eletrônicos: contribuições à aprendizagem no contexto escolar. *Ciências & Cognição*, 18(1), 19 -32.
- Recuero, R. C. (2001). Comunidades virtuais - Uma abordagem teórica. In: V Seminário Internacional de Comunicação. PUC/RS, s/data. <http://www.raquelrecuero.com/teorica.htm>.
- Sakuda, L. O. & Fortim, I. (Orgs.). (2018). *II Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais*. Ministério da Cultura: Brasília. <https://bit.ly/3pDXhjh>
- Santos, F. M. (2012). Análise de conteúdo: a visão de Laurence Bardin. Resenha de: [Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70] *Revista Eletrônica de Educação - UFSCar*, 6(1), 383-387. <https://www.doi.org/10.14244/2519827199291>
- Salen, K. & Zimmerman, E. (2012). *Regras do jogo: Fundamentos do design de jogos*. Volume 1. São Paulo: Blucher.
- Schuytema, P. (2017). *Design de games: uma abordagem prática*. São Paulo: Cengage.
- Sena, C. M. (2016). Plague INC.: Jogo de simulação de pandemias auxiliando no estudo dos vírus, bactérias e fungos. *Tecendo Educação: Seminário de Boas Práticas 2016*, pp. 9-10. <https://bit.ly/3GmWwkB>

- Squire, K. (2011). *Video games and learning: Teaching and participatory culture in the digital age*. New York: Teachers College Press.
- Tobias, S., Fletcher, J. D. & Wind, A. P. (2014). Game-Based Learning. In: J. M. Spector (Ed.). *Handbook of research on educational communications and technology*. New York: Springer.
- Tönnies, F. (1973). Comunidade e sociedade como entidades típico-ideais. In: Fernandes, F. (Org.). *Comunidade e sociedade: leituras sobre problemas conceituais, metodológicos e de aplicação*. São Paulo: Editora Nacional e Editora da USP, p. 96-116.
- Vieira, R. M. & Tenreiro-Vieira, C. (2014). Investigação sobre o pensamento crítico na educação: contributos para a didática de ciências. En R. M. Vieira, C. Tenreiro-Vieira, I. Sá-Chaves e C. Machado (Orgs). *Pensamento crítico na educação: perspectivas atuais no panorama internacional* (41-56) Aveiro: UA Editora.
- Zagal, J. P. (2008) A framework for games literacy and understanding games. *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share, Future Play 2008 Canada*, p. 33-40. <https://www.doi.org/10.1145/1496984.1496991>
- Zimmerman, E. (2007). Gaming Literacy: Game Design as a Model for Literacy in the 21st Century. *Harvard Interactive Media Review*, 1(1), 30-5.

Cómo citar en APA:

Ramos, D. K., Rúbia, T. e De Brito, C. R. (2021). Aprendizagem de ciências no jogo digital Plague Inc.: análise de conteúdo em uma comunidade de jogadores. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 51-65. <https://doi.org/10.35362/rie8724556>

Práticas educativas de campo em Clubes de Ciências: inventário e possibilidades de uso das tecnologias digitais

Bruna Hamann¹ 

Mauricio Capobianco Lopes¹ 

Daniela Tomio¹ 

¹ Universidade Regional de Blumenau (FURB), Brasil

Resumo. Os Clubes de Ciências são contextos de educação científica que estão em funcionamento em escolas da América Latina, desde a década de 50. Embora seu foco de formação dos estudantes para uma cultura científica se mantenha ao longo do tempo, as suas práticas educativas se ressignificam, considerando os modos de conhecer da atualidade, como o emprego das tecnologias digitais. Com base nesse pressuposto, desenvolveu-se uma pesquisa online, objetivando inventariar e caracterizar práticas educativas de campo de Clubes de Ciências, identificando o uso de recursos digitais e propondo formas de utilização de acordo com a finalidade das atividades. Para isso, realizou-se um inventário das práticas de campo publicadas nas redes sociais dos Clubes cadastrados na Rede Internacional dos Clubes de Ciências, entre os anos de 2015 e 2020. Da análise de 31 publicações, constatou-se poucas práticas com o uso das tecnologias digitais, no entanto foi possível classificá-las segundo as finalidades, como: contato e observação do ambiente; aprofundamento de conhecimentos; intervenção no contexto; ampliação de repertórios científicos e culturais; e sensibilização ambiental. O estudo também evidencia sugestões de outras práticas educativas com tecnologias para atividades de campo que permitam potencializar objetivos dos Clubes de Ciências.

Palavras-chave: clubes de ciências; práticas educativas; atividades de campo; tecnologias digitais na educação; educação científica.

Prácticas educativas de campo en Clubes de Ciencias: inventario y posibilidades de uso de las tecnologías digitales

Resumen. Los Clubes de Ciencias son contextos de educación científica que operan en las escuelas de América Latina desde la década de 1950. Su enfoque en la formación de estudiantes para una cultura científica continúa en el tiempo, pero sus prácticas educativas se resignifican, considerando las formas actuales de conocimiento, como el uso de las tecnologías digitales. Así, se desarrolló una encuesta en línea, con el objetivo de inventariar y caracterizar las prácticas educativas en los Clubes de Ciencias, identificando el uso de los recursos digitales y proponiendo formas de utilizarlos de acuerdo con la finalidad de las actividades. Se realizó un inventario de prácticas de campo publicadas en las redes sociales de los Clubes inscritos en la Red Internacional de Clubes Científicos entre los años 2015-2020. Del análisis de 31 publicaciones se encontraron pocas prácticas con el uso de las tecnologías digitales, sin embargo, fue posible clasificarlas según los propósitos, como profundizar el conocimiento sobre los objetos y procedimientos para estudiar la naturaleza; intervención en el contexto; expansión de repertorios científicos y culturales; y, conciencia ambiental. El estudio también destaca sugerencias para otras prácticas educativas con tecnologías para actividades de campo que permitan potenciar los objetivos de los Clubes.

Palabras clave: clubes de ciencias; prácticas educativas; actividades de campo; tecnologías digitales en educación; educación científica.

Field educational practices in Science Clubs: inventory and possibilities of use of digital technologies

Abstract. Science Clubs are contexts of science education that have been operating in Latin America schools since the 1950s. Although their focus in training students for scientific culture remains at the time, their educational practices have been reframing, considering the ways of knowing the present, such as the use of digital technologies. Thus, this paper aims to present an online research to inventory and characterize Science Clubs field educational practices, identifying the use of digital resources and proposing ways of use according to the purpose of the activities. To this end, an inventory of field practices published on the social networks of clubs registered in the International Network of Science Clubs was carried out between 2015 and 2020. From the analysis of 31 publications, there are few practices with the use of digital technologies, however it was possible to classify them according to the purposes, such as: environment immersion and observation; knowledge deepening; context intervention; scientific and cultural repertoires expansion; and environmental awareness. The study also highlights suggestions of other educational practices with technologies for field practices that allow to enhance the objectives of the Science Clubs.

Keywords: science clubs; educational practices; field practices; digital technologies in education; scientific education.

1. Introdução

A maneira que as crianças compreendem e experienciam o mundo tem-se modificado, de modo que hoje possuem mais informações sobre as ameaças globais à natureza, entretanto, o contato físico entre elas com o ambiente está diminuindo (Louv, 2016). Logo, esta desconexão modifica a percepção do sujeito para com a natureza e causa redução de afinidade entre esses elementos naturais (Ventura, 2015).

Este fenômeno é explicado por Dias (2019), que salienta que as tecnologias e a grande quantidade de informações deixam o cotidiano dos adultos atarefado, contribuindo, assim, para a desconexão destes e das crianças com a natureza. Por outro lado, as tecnologias digitais podem potencializar essas relações. Os jovens estão tão conectados às tecnologias digitais, principalmente ao celular, que esta geração é denominada de “Geração Internet” (Ferreira & Sales, 2019). Assim, considerando que esses recursos estão incorporados no cotidiano e são atrativos para os estudantes, por que não os utilizar em benefício do processo de ensino e aprendizagem nas práticas educativas?

De fato, “crianças e jovens estão cada vez mais conectados às tecnologias digitais, configurando-se como uma geração que estabelece novas relações com o conhecimento e que, portanto, requer que transformações aconteçam na escola.” (Bacich et.al., 2015, p. 40). Nessa direção, partimos da premissa de que é necessário que os professores criem práticas educativas que acompanhem essas mudanças e promovam experiências significativas para eles, conectando-os com e nos ambientes. Em outras palavras, as tecnologias digitais podem ser meios para incentivar e aprimorar relações dos estudantes com e na natureza em práticas educativas de campo.

Sair do cotidiano da sala de aula e estudar em campo não é uma prática educativa nova para educação científica. “Os termos usados para essa prática são variados; incluem desde as conhecidas excursões até as saídas, aulas-passeio ou trabalhos de campo, viagens de estudo e estudos do meio entre outros.” (Marandino et.al., 2009, p. 139). Em comum a visita aos diferentes lugares permite aos estudantes um contato direto com objetos de conhecimento, diferentes interações sociais, “[...] além de proporcionar melhor entendimento dos procedimentos utilizados para compreensão do ambiente natural.” (Marandino et al., 2009, p. 144). Assim, considerando novas formas de relação e estudo dos ambientes por meio de tecnologias digitais, pressupõe-se que as práticas educativas em campo também podem ser ressignificadas.

Práticas em campo são comumente usadas em Clubes de Ciências os quais constituem-se como um espaço de educação científica, composto por um coletivo de estudantes e de um professor orientador, que se reúnem no contraturno escolar, e buscam se aprofundar em um tema de investigação, por meio de práticas educativas de natureza científica e tecnológica (Mancuso et.al., 1996). De acordo com Lima e Rosito (2020, p. 17), trata-se de um

[...] espaço não formal de aprendizagem com foco no desenvolvimento dos pensamentos científico e social por meio da pesquisa, do debate e do trabalho em equipe. Os seus integrantes realizam estudos sobre temáticas científicas, tecnológicas e sociais, num contexto de flexibilidade para a escolha de temas e métodos de investigação utilizados.

Um Clube se apoia nos pressupostos da Alfabetização Científica, visto que se articula nas interpretações dos conceitos de ciências e tecnologia, contribuindo para que os estudantes tenham subsídios necessários para compreender e intervir em ações potencialmente prejudiciais ao meio ambiente (Menezes et al., 2012). Assim, esses espaços desenvolvem práticas educativas de Alfabetização Científica qualificando a visão de professores e estudantes sobre a relação do homem com o ambiente em seu contexto social.

Em um Clube de Ciências, recomenda-se que a aprendizagem ocorra por meio de atividades que tornem os conhecimentos científicos mais significativos para os estudantes/clubistas (Menezes et al., 2012). Desta forma, torna-se necessário criar práticas educativas que estimulem a curiosidade e o gosto pela ciência, bem como a apropriação dos seus processos de produção e a reflexão de suas aplicações e implicações sociais (Tomio & Hermann, 2019). Para isso, Mancuso et al. (1996) evidenciam alguns objetivos a serem alcançados em suas práticas educativas:

[...]

8- Tentar descobrir o porquê das coisas.

9- Tentar solucionar alguns problemas da comunidade.

10- Preparar os alunos para a evolução científica e tecnológica.

11- Promover o intercâmbio e divulgação de informações geradas pela produção científica do Clube. [...] (Mancuso et al., 1996, p. 63).

Os Clubes de Ciências são contextos de educação científica que estão em funcionamento em escolas da América Latina, desde a década de 50. Embora o foco de formação dos estudantes para uma cultura científica se mantenha ao longo do tempo, as suas práticas educativas se ressignificam, considerando os modos de conhecer da atualidade. Assim, o alcance de seus objetivos pode ser potencializado com o uso de tecnologias digitais, mais especificamente com os dispositivos móveis. Martins, Geraldles, Afonseca e Gouveia (2018) discutem sobre o potencial pedagógico da aprendizagem móvel, destacando que:

Abandona o sistema de massa e adota um sistema interativo

Estimula os alunos a fazerem descobertas sozinhos

Insere os alunos em um processo de pesquisa

Desenvolve um pensamento crítico em vez de decorar as informações transmitidas

Estimula os alunos a colaborar entre si

Flexibiliza quando estudar, onde e por quanto tempo

Transfere as tarefas para além dos ambientes físicos da sala de aula

Amplia as experiências de aprendizagem dentro e fora da sala de aula

Substitui a necessidade de um computador para acessar a internet em sala de aula

Facilita a comunicação e troca de informações a qualquer hora e lugar

Permitir a socialização e inclusão de pessoas com deficiência ou restrição de locomoção

Possibilita a utilização de recursos de vídeo e áudio

Fornecer um estilo de educação com foco nas demandas e necessidades individuais de aprendizado (Martins et al., 2018, p. 06).

As tecnologias digitais móveis possibilitam “maior espaço à participação do aluno, dentro e fora da sala de aula, a uma aprendizagem baseada em desafios, resolução de problemas e espírito crítico.” (Moura, 2012, p. 128), o que também são

características dos Clubes de Ciências, uma vez que suas aprendizagens científicas são viabilizadas nas interações com o meio físico e social, em campo, na busca por soluções para questões investigadas dos seus contextos, especialmente das realidades de suas comunidades ou outros habitats (Tomio & Hermann, 2019).

Diante disso, especificamente, problematizamos justamente o uso das tecnologias digitais em atividades de campo em Clubes de Ciências. Assim, a pergunta que orienta esta pesquisa é “Quais práticas educativas de campo são desenvolvidas em Clubes de Ciências e como podem ser aprimoradas suas finalidades com tecnologias digitais?” Para responder tal pergunta, objetivamos, por meio de uma pesquisa online, inventariar e caracterizar práticas educativas de campo de Clubes de Ciências, identificando o uso de recursos digitais e propondo formas de utilização de acordo com a finalidade das atividades¹. A opção dos Clubes de Ciências como contexto de investigação se fez pelo seu potencial em educação científica que esses contextos de educação não formal podem mobilizar, conforme destacado anteriormente. Para caracterizar essas práticas, foi realizado um inventário a partir das redes sociais dos Clubes do Brasil, cadastrados na Rede Internacional dos Clubes de Ciências (RICC)².

Nas próximas seções descreve-se o percurso metodológico. Apresentam-se as análises dos resultados e, por fim, as considerações finais desta investigação.

2. Percurso metodológico

Esta pesquisa caracteriza-se como uma investigação de natureza qualitativa, do tipo pesquisa online. Para Flick (2013), a pesquisa online é definida como um método de coleta de dados por meio da internet. O autor determina que este tipo de estudo possibilita analisar quem são os autores sociais, o propósito da publicação na internet e suas interações. Assim, por meio da pesquisa online tivemos como intuito inventariar as práticas de campo divulgadas pelos Clubes de Ciências em suas redes sociais e propor formas de utilização das tecnologias digitais. Para seleção dos Clubes, recorreu-se àqueles cadastrados na Rede Internacional de Clubes de Ciências, uma vez que nela, esses contextos de educação científica são identificados em um mapa da América Latina, o que permite ao leitor localizar seu endereço e sua rede social, seja ela *blog*, Facebook, Instagram ou outra pela qual divulga suas atividades.

Com base nisso, foram investigadas as práticas desenvolvidas em campo por Clubes de Ciências brasileiros e divulgadas entre janeiro de 2015 e junho de 2020 em suas redes sociais. Justificamos esse recorte em função de investigar as atividades mais recentes com uso de tecnologias digitais nos Clubes de Ciências. Definiu-se como critério de inclusão para a análise, as práticas de campo descritas que aproximem os estudantes da natureza. O Quadro 1 sumariza os resultados dessa primeira investigação.

¹ Este artigo é resultado de uma pesquisa de mestrado.

² A Rede Internacional dos Clubes de Ciências (RICC) é um site de interlocuções entre Clubes de Ciências, para produzir e compartilhar práticas educativas nesses contextos da educação científica de países latino-americanos. (Tomio & Hermann, 2019). Para acesso: <https://www.clubesciencias.com/>.

Quadro 1. Resultados dos Clubes de Ciências e suas práticas de campo.

Descrição	Total
Clubes de Ciências do Brasil cadastrados na RICC	50
Clubes de Ciências do Brasil cadastrados na RICC com redes sociais	26
Práticas de campo identificadas nas publicações	99
Práticas de campo com descrição	31

Fonte: elaborado pelos autores.

Pelos resultados observados, pouco mais da metade dos Clubes de Ciências do Brasil cadastrados na RICC possuem redes sociais. Destacamos, ainda, que entre esses 26 Clubes de Ciências que possuem redes sociais, cinco deles não tinham práticas de campo publicadas no período investigado. Dessa forma, as análises foram realizadas nas redes sociais online de 21 Clubes.

Consideramos como práticas de campo, atividades que estabeleceram visitas e relações entre os clubistas em ambientes naturais. Neste sentido, as visitas às universidades, em que eram realizadas práticas de observação de elementos da natureza, também foram contempladas nessa investigação.

Ao se investigar as publicações, identificamos 99 que tratavam de práticas de campo, entretanto, apenas 31 delas permitiam uma interpretação mais aprofundada dos métodos aplicados e das investigações realizadas pelos clubistas e professores, adequando-se, assim, aos critérios de inclusão desta pesquisa. Ressaltamos que todas as práticas que continham descrição são de Blogs. No Facebook, as práticas são apresentadas apenas com fotos e vídeos. Nas observações podemos constatar que os Clubes de Ciências, na maioria deles, divulgam suas práticas educativas nas redes sociais com poucas informações que permitam compreender o seu objetivo e aprendizagens/descobertas realizadas. Embora esse não seja o foco de interesse dessa pesquisa, é necessário problematizar esse importante canal online de comunicação do Clube de Ciências com seus leitores e para visibilidade de sua relevância para educação científica dos clubistas.

Por fim, selecionadas as práticas, as análises foram feitas considerando: a descrição da prática, o autor (clubista e/ou professor), os tipos de atividade realizadas em campo e os recursos digitais com sua respectiva aplicação na prática de campo. Além disso, são explicitadas possibilidades de utilização das tecnologias digitais a partir das práticas investigadas para aprimoramento de suas finalidades na formação científica e tecnológica dos clubistas.

3. Análise dos resultados

Para análise dos dados, optamos pelo método da Análise Textual Discursiva (ATD). A primeira etapa da ATD consiste em definir o *corpus* de análise. Este, é constituído essencialmente de produções textuais. “Os textos são entendidos como produções linguísticas, referentes a determinado fenômeno e originadas em determinado tempo e contexto.” (Moraes & Galiazzi, 2020, p. 38). Nessa pesquisa, os textos das publicações nas redes sociais online dos Clubes de Ciências constituíram o *corpus*

de análise. Inicialmente, consideramos pequena a quantidade de práticas de campo, uma vez que, em 26 Clubes, somente 99 publicações de atividades em campo foram encontradas. Para Mancuso et al. (1996), as atividades como excursões, saídas a campo e trilhas ecológicas, são práticas que podem e devem ser realizadas em Clubes de Ciências. A aula de campo é considerada “uma metodologia que favorece a leitura crítica de mundo, das mudanças na paisagem, das relações entre o ser humano e o ambiente, a partir de seu ordenamento, da relação entre os seres humanos e o espaço vivido, sentido, observado.” (Silva & Campos, 2015, p. 17). Neste sentido, podemos interpretar que as práticas educativas de campo são métodos importantes para perceber as relações entre homem e natureza, uma vez que envolvem “observação e análise de fenômenos ecológicos e das implicações ambientais que a ação antrópica pode causar.” (Marandino et al., 2009, p. 146). Assim, contribuem especialmente para as investigações realizadas pelos Clubes de Ciências. Entretanto, com base na análise, elas não estão sendo muito utilizadas ou adequadamente publicadas.

Identificadas as práticas de campo, registradas nos Blogs dos Clubes de Ciências, foram retirados excertos dos relatos, bem como, a Unidade da Federação (UF) de funcionamento do Clube, o título e a data da publicação, além do link de acesso e o autor – neste caso, quando a publicação foi feita por um clubista, está identificada com um asterisco (*) – (Quadro 2). Esse processo na ATD, Moraes e Galiazzi (2020) denominam de desmontagem de textos ou unitarização, considerando os propósitos da pesquisa e gerando as unidades de análise. Assim, essas foram devidamente codificadas para facilitar as análises posteriores. Os eventuais erros de português existentes na descrição foram mantidos de acordo com a publicação original.

Quadro 2. Informações das práticas descritas.

Descrição da prática	Cód.
Clube de Ciências Aventureiros do Conhecimento (Unidade da Federação: SC)	
<i>Sem título</i> (publicado em 2015): “Realizamos também uma saída de campo em uma propriedade com muita vegetação para observar a árvore e suas características, para isso montamos uma parcela de 10x30m, contamos as embaúvas presentes, além de medir sua altura, CAP (circunferência altura peito), e observar a presença de animais interagindo com a planta.” * (Disponível em: https://bit.ly/3najK4O)	AC01
<i>Sem título</i> (09/06/2015): “[...] nos deparamos com um barranco, isso mesmo, um barranco de barro cor de laranja forte, de mais ou menos uns três metros de altura. Quando subimos em outra área, onde vivem os coelhos e galinhas soltos, alguns clubistas já foram logo subindo nas árvores [...]. Algo muito interessante foi o Cristian fotografando tudo e todos. Queria registrar o que estava acontecendo.” * (https://bit.ly/3DR4QHf)	AC02
Clube de Ciências Os Cientistas do Amanhã (SC)	
<i>Cuidando do nosso espaço: vamos plantar onde tem luz???</i> (08/08/2019): “Como forma de gratidão ao meio ambiente, hoje nós revitalizamos o canteiro da escola: tiramos plantinhas indesejáveis e plantamos o Pelo de Urso (<i>Ophiopogon japonicus</i>) [...]” (https://bit.ly/3BRCY56)	CA01

Descrição da prática	Cód.
<i>Uma investigação científica</i> (03/08/2019): “Hoje nós organizamos uma atividade investigativa com a turma do pré III, a partir da pergunta que eles nos fizeram [...] As crianças levantaram a hipótese de que as plantas não nascem na sombra. Coletamos 10 plantinhas de pequeno porte de 05 espécies diferentes (sendo 02 de cada espécie), pelo pátio da escola; - [...] vasilhos ficarão expostas ao ambiente natural, num espaço da escola. Serão tiradas fotos semanalmente, durante 2 meses (coleta de dados), para podermos concluir a investigação; Depois disso, faremos uma tabela com a organização dos dados coletados (fotos) para interpretar os resultados e faremos a conclusão com a turma do pré III.” (https://bit.ly/3APYITE) Clube de Ciências Ciência em Serrinha (BA)	CA02
<i>Projetos de irrigação</i> (28/04/2017): “Dai começamos a construir e todos os projetos foram feitos na sala e levado para ser testado na área externa nas hortas. Usamos a garrafa pet, o ferro de solda para furar a tampa e o fundo, por onde abasteceremos a garrafa.” * (https://bit.ly/3C4GCZm) <i>Projetos de irrigação no semi-árido</i> (09/05/2016): “Na aula de hoje eu também fui no pátio externo e fiz algumas observações e também medidas de algumas coisas como a horta, também falamos como funciona a agricultura familiar, a agricultura familiar é uma venda de vegetais como mandioca, batata, aipim, abobora, feijão e milho.” * (https://bit.ly/3G13xrg) Clube de Ciências Fritz Müller (SC)	CS01 CS02
<i>Coletando e observando líquens!</i> (31/10/2017): “No último encontro fizemos duas saídas exploratórias para coletar e observar líquens, uma na Rua Engenheiro Paul Werner e a outra no bosque da nossa escola!” (https://bit.ly/3G0feOA) <i>Trabalhando com a horta!</i> (27/08/2017): “[...] nossos cientistas seguindo um roteiro de pesquisa colocaram no papel suas opiniões sobre o desenvolvimento da nossa horta. [...] visitamos a horta para assim descobrir se nossos clubistas conseguiram chegar perto da realidade na qual ela se encontrava” (https://bit.ly/3vkOKCC) <i>Montagem da composteira e oficina de cartazes para o lixo orgânico!</i> (20/06/2017): “E por fim nossa composteira foi montada, um primeiro passo para revitalizar a horta na escola e também ajudar a dar um fim inteligente e sustentável para os resíduos orgânicos produzidos.” (https://bit.ly/3jcyvmkl) <i>Percepção ambiental e aquário!</i> (28/03/2017): “[...] a gente tinha que perceber o ambiente com nossa visão, audição e tato, ou seja, descrever tudo o que estava ao nosso redor. No segundo roteiro, tínhamos que ir para outra parte da escola para verificar como estava o lixo daquela região. [...] também revezamos os grupos para a limpeza do nosso aquário” (https://bit.ly/3DT5jbMI) <i>Eu não moro na praia, o que eu tenho a ver com os oceanos? Uma investigação do clube de ciências Fritz Müller</i> (07/07/2016): “Para isso, saímos a campo e coletamos amostras de água em ribeirões e no rio Itajaí-Açú como nossa forma de estudos. Com os resultados em mãos, começamos a realizar ações para sensibilizar a comunidade da importância de conservar a qualidade da água.” (https://bit.ly/3n2UbT4) <i>Saída à campo</i> (14/04/2016): “Fizemos nossa saída à campo para fazer as 1^{as} coletas da nossa pesquisa, o PROJETO OCEANO. [...] Nos locais fizemos a medição da temperatura e do Ph, vimos a coloração e odor, os testes de cloro e O² dissolvido não tínhamos em mãos.” (https://bit.ly/3C72tif)	FM01 FM02 FM03 FM04 FM05 FM06

Descrição da prática	Cód.
Clube de Ciências Girassol (SC)	
<i>Hotel de insetos na escola</i> (17/12/2019): “Os clubistas ficaram motivados a construírem um hotel de insetos: é um abrigo para os insetos colocarem seus ovos e se desenvolverem ali.” * (https://bit.ly/3vuf1rx)	G01
<i>Saída a campo!!!</i> (25/11/2017): “Clube da tarde realizou uma saída a campo [...] para praia! O nosso objetivo foi conhecer o Costão de Santa Catarina e os animais que o habitam, para interiorizar o que aprendemos durante o semestre. Inicialmente, fomos para a Praia da Paciência, em Penha - SC, onde encontramos muitas algas, peixes, cracas e vários outros crustáceos, como caranguejos e camarões, e muitos moluscos. [...] fomos pra Praia Vermelha, também em Penha, onde encontramos também muitas algas, crustáceos, molusco, incluindo monoplacóforas e bivalves, e também duas tartarugas mortas.” (https://bit.ly/3jcx1bT)	G02
<i>Explorando o milho</i> (06/04/2017): “[...] depois saímos até a horta da escola, para analisar e desenhar a planta do milho e, com o auxílio da lupa conseguimos ver a flor masculina.” (https://bit.ly/2Z3rpZX)	G03
<i>Visita à FURB</i> (04/08/2016): “[...] os clubistas do turno matutino fizeram uma visita à FURB. [...] conheceram diversos lugares na universidade e ainda aprenderam onde os cientistas trabalham dentro da instituição. ‘Bom, hoje foi um especial, acordamos cedo para ir até a FURB conhecer várias coisas lá: como: laboratórios e salas’ [...]” (https://bit.ly/3voMTwH)	G04
<i>Descobrimos o que aconteceu com nosso plástico de leite: fungos!</i> (02/06/2016): “[...] saímos pelo campo da escola para procurar fungos, o que mais achamos foi cogumelos.” * (https://bit.ly/3FVZPPq)	G05
<i>O resultado das experiências</i> (12/05/2016): “[...] enterramos alguns pedacinhos dos plásticos que fizemos a partir da batata e do leite, um plástico de bala, um pedaço de um pacote e um pedaço de papel e um de PET.” (https://bit.ly/3FV2FUN)	G06
<i>Métodos científicos</i> (22/04/2015): “Na mini-trilha, cada estudante colocou um fio de barbante de um metro no chão, em diferentes locais e observaram com lupa. Tinha várias perguntas: como é o solo? Que forma de vida encontrou? Há lixo no seu metro?” (https://bit.ly/3n3h8W3)	G07
Clube de Ciências Gatos do Mato (SC)	
<i>2018.... Um ano diferente...</i> (17/12/2018): “[...] surgiu a ideia da construção de uma horta diferente em nossa escola [...] começaram a organizar o espaço onde iria ser desenvolvido a horta. Tivemos problemas com as formigas [...]. Plantamos ainda alguns chás e ervas aromáticas. [...] Foi plantado também duas variedades de cana de açúcar, batata doce, berinjela e chuchu em outros espaços do bosque escolar.” (https://bit.ly/3vv1KG0)	GM01
<i>A geração que pode salvar o planeta</i> (28/05/2017): “[...] fomos ao bosque para realizar uma dinâmica que se chama ‘A geração que pode salvar o planeta’ e recebemos 10 perguntas para serem respondidas. Para respondê-las precisávamos observar o que contém no bosque, seus elementos e quais são as características dele.” (https://bit.ly/3vr4kfZ)	GM02
<i>Como poderia ser o bosque?</i> (11/05/2017): “[...] fomos ao bosque com o objetivo de imaginar nele possíveis alterações que melhorariam o espaço, fazendo dele um ambiente para convivência e que poderiam ser feitas pelo Clube de Ciências.” * (https://bit.ly/30GjeUv)	GM03

Descrição da prática	Cód.
<i>Qual a nossa forma de olhar o mundo?</i> (25/04/2017): “Particularmente minhas tarefas favoritas foram as que tínhamos que fotografar algum lugar que gostamos de estar com nossos amigos e algum ambiente que achamos significativo.” * (https://bit.ly/30GjeUv)	GM04
<i>Observação em campo</i> (29/11/2016): “[...] ir ao bosque da escola observar as formas de vida. Cada grupo destacou alguns metros quadrados e em forma de desenho descreveu a área e suas formas de vida [...]” (https://bit.ly/3DSLHEL)	GM05
<i>Dia da árvore</i> (25/10/2016): “[...] plantamos um pé de limão no bosque da escola e aprendemos o seu nome científico: <i>Citrus aurantifolia</i> . [...] Ganhamos um roteiro de observação para preenchermos. Nossa tarefa era escolher uma árvore qualquer do ambiente da escola e colocar os seguintes dados: desenho da árvore, desenho da forma da folha, impressão do caule, tamanho aproximado da árvore, diâmetro do caule, se tinham outras formas de vida na árvore (pássaros, bromélias), nome popular e científico e se era nativa ou exótica.” * (https://bit.ly/3DR0dgg)	GM06
<i>Gincana de fotografia Aedes</i> (10/05/2016): “Os clubistas realizaram uma gincana que consistia em fotografar cenas de acordo com o seguinte roteiro. Os clubistas foram acompanhados pelos bolsistas ao bosque próximo à escola para fotografar de acordo com o roteiro.” (https://bit.ly/30EyLnM)	GM07
<i>Iniciação científica</i> (03/05/2016): “A dinâmica foi realizada em duplas e consistia em um integrante da dupla guiar o colega que estava de olhos fechados pelo bosque e ao redor da escola, com a finalidade de, com o abrir dos olhos, fotografar (observar) o local que o guia escolheu.” (https://bit.ly/3jf9ozr)	GM08
<i>Visitando o parque municipal São Francisco de Assis</i> (14/05/2015): “A visita no parque acontece por intermédio de dois percursos e todos (clubistas, PIBIDIANOS e professora) preferiram realizar o percurso mais longo, de duração de 1h30. Este percurso consiste de três trilhas, são elas, Trilha do Caminho das Águas, Trilha do Tucano e Trilha do Tatu.” (https://bit.ly/3DRXV0A)	GM09
<i>Gincana fotográfica Pedro I</i> (25/03/2015): “[...] cada grupo tinha como objetivo fotografar 16 itens relacionados a mata atlântica. e que poderiam ser encontrados no pátio da escola (bosque e arredores).” (https://bit.ly/3aOe22C)	GM10
Clube de Ciências Piratas do Universo (SC)	
<i>MIPE e laboratório de botânica FURB</i> (01/10/2017): “[...] os clubistas tiveram uma oportunidade incrível de ter uma aula sobre plantas no laboratório de botânica da FURB com os professores e pesquisadores Roberta A. Pereira e Luís A. Funez.” (https://bit.ly/3aPwsQo)	PU01
<i>Visita a FURB - Universidade Regional De Blumenau</i> (05/07/2016): “[...] chegamos na FURB. [...] chegamos a um prédio “Bloco T” onde se estuda biologia e tem vários laboratórios. Fomos até um corredor e lá encontramos muitos animais empalhados.” * (https://bit.ly/3IQHYBp)	PU02

Legenda: * Relato dos clubistas. Códigos: iniciais dos Clubes. Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dos dados, do quadro 2, é possível interpretar que das 31 práticas de campo descritas, duas são do estado da Bahia, pertencentes a um único Clube de Ciências, sendo as demais do estado de Santa Catarina, distribuídas em seis Clubes de Ciências. Esses clubes, em comum, pertencem à cidade de Blumenau/SC que possui um projeto na rede municipal de ensino há mais de 30 anos. Uma das características de funcionamento desses Clubes de Ciências é a identificação de temas

para investigação a partir da observação de problemas nos contextos socioambientais de suas comunidades (Tomio, Schroeder, Conzatti, Hamann & Pedron, 2020). Assim, infere-se o fato desses Clubes terem mais publicações com práticas de campo.

Com a análise dos métodos das práticas educativas de campo, descritas como unidades de análise no Quadro 2, foi possível reuni-las em categorias emergentes. Estas são sistematizadas "por um processo de comparar e contrastar constante entre as unidades de análise, o pesquisador vai organizando conjuntos de elementos semelhantes [...]". Este é um processo indutivo, de caminhar do particular para o geral [...] (Moraes & Galiuzzi, 2020, p. 45). Nessa direção, agrupamos os dados em cinco categorias emergentes, que denominamos finalidades das práticas educativas de campo. Importante destacar que essa categorização, tem fins didáticos, com a intenção de valorar diferentes dimensões da atividade em campo, uma vez que na prática, elas estão associadas. Nessa perspectiva, no Quadro 3 evidenciam-se essas finalidades, suas respectivas práticas de campo e sua frequência.

Quadro 3. Finalidades de práticas educativas de campo.

Finalidades	Código de identificação da prática inventariada	QTD.
Contato e Observação de objetos de investigação no lugar em que acontecem/vivem.	AC01, AC02, CA02, CS02, FM01, FM02, FM04, FM05, FM06, G02, G03, G04, G05, G06, G07, GM01, GM02, GM03, GM04, GM05, GM06, GM07, GM08, GM09, GM10, PU01, PU02	27
Aprofundamento de conhecimentos acerca de objetos de estudo e de procedimentos de estudo da natureza	AC01, CA02, CS02, FM01, FM05, FM06, G06, GM06	8
Intervenção no contexto	CA01, CS01, FM03, FM04, G01, GM01, GM06	7
Ampliação de repertórios científicos e culturais	AC02, FM02, G02, G04, GM09, PU01, PU02	7
Sensibilização ambiental	FM05	1

Fonte: elaborado pelos autores.

Com base nessas categorias de análise, constatamos que 27 práticas de campo têm sido desenvolvidas com o intuito de [contato e observação de objetos de investigação no lugar em que acontecem/vivem](#). Essa é uma das finalidades mais valorizadas nas práticas de campo. Como destacam Marandino et al. (2009, p. 147), "do ponto de vista da aprendizagem, vale a pena considerar as diferenças nas vivências de espaço e de tempo, assim como o contato com objetos/ambientes/experiências em um estudo do meio. Essas oportunidades podem proporcionar contatos particulares com o conhecimento [...]". Assim, interpretamos nessa categoria as práticas divulgadas pelos Clubes de Ciências para a saídas em campo, como observar estruturas de uma planta, o ambiente escolar, interações entre seres vivos, estudar os líquens etc.

Além disso, foi possível notar a forte relação dos Clubes de Ciências com os espaços da Universidade para [aprofundamento de conhecimentos acerca de objetos de estudo e procedimentos de estudo da natureza](#) com os recursos dos laboratórios.

Importante destacar que esta interface no Brasil dos Clubes de Ciências com as universidades permite a inserção das crianças e adolescentes em um meio acadêmico e ao acesso a bens culturais que ampliam suas escolhas profissionais e o universo de suas comunidades, onde muitos pais têm ainda baixa escolaridade e nunca entraram em uma universidade. (Tomio & Hermann, 2019, p. 12).

Nessa direção de aprendizagem de processos e procedimentos da atividade científica, também se observou que em quatro práticas identificadas, houve a coleta de dados ou amostras do ambiente visitado, como a coleta de líquens e água para investigação. Igualmente, em quatro saídas em campo, foram relatadas atividades que envolviam algum tipo de medida ou testes químicos sobre elementos do espaço, como o pH e medidas da horta. Em três ocasiões, observamos que os clubistas deveriam analisar e interpretar as coletas realizadas, como a verificação da qualidade da água. Por fim, ressaltamos que em uma das atividades de campo foi utilizada com o propósito de experimentação científica. Com esses dados, interpretamos que a prática em campo permite aos clubistas o conhecimento de procedimentos de investigação da natureza, pois “[...] pode oferecer um contato mais direto com esse conhecimento, além de proporcionar melhor entendimento dos procedimentos utilizados para a compreensão do mundo natural.” (Marandino et al., 2009, p. 144). Assim, colabora-se para o desenvolvimento de um dos principais objetivos dos Clubes de Ciências, conhecer os modos de produção do conhecimento científico, bem como o trabalho dos/as cientistas.

As atividades de [intervenção no contexto](#), nas quais os clubistas realizavam alguma ação no espaço socioambiental estudado, como a confecção de composteiras, montagens de hortas, artefatos de irrigação, foram identificadas em sete práticas divulgadas. Nessa perspectiva, as práticas em campo promovidas em Clubes de Ciências também objetivam promover transformações nos ambientes, ao mesmo tempo que os investigam. Essa é uma das características do funcionamento desses contextos de educação não formal, ao incentivar os clubistas a “[...] se engajarem em atividades que conduzam à prática do ‘fazer ciência’ com vistas à formação de cidadãos mais conscientes e [participantes](#), no que diz respeito às relações ciência, tecnologia e sociedade”, considerando assim suas ações no meio (Menezes et al., 2012, pp. 816-7, grifo nosso).

Observamos sete práticas em campo com finalidades de [ampliação de repertórios científicos e culturais](#) a outros espaços educativos, nos quais os clubistas participaram de atividades relacionadas ao estudo da natureza, como a visita em uma praia. Esse é um potencial para as práticas de campo que permitem aos clubistas “[...] conhecerem melhor aquele espaço, mas também como uma forma de respeitar o conhecimento local.” (Marandino et al., 2009, p. 142).

Em apenas uma prática educativa, há o relato de [sensibilização ambiental](#) da comunidade sobre o tema da aula-passeio. Embora com pouca divulgação nas redes sociais, essa é uma característica muito presente em práticas de campo dos Clubes de Ciências, em que os clubistas distribuem materiais de divulgação, como os informativos, às suas comunidades, com foco na sensibilização das pessoas para problemas socioambientais da sua localidade e na comunicação de seus resultados de

investigações. Nesse sentido, “um Clube, ao desenvolver seus projetos, visa estender suas ações e atender não somente a unidade escolar, mas a comunidade onde está inserido.” (Buch & Schroeder, 2013, p. 75).

Por fim, com as análises das categorias podemos interpretar que as práticas educativas em campo desenvolvidas pelos Clubes de Ciências e divulgadas em suas redes sociais permitem compreender a potência delas na educação científica dos clubes, considerando as finalidades: Contato e Observação de objetos de investigação no lugar em que acontecem/vivem; Aprofundamento de conhecimentos acerca de objetos de estudo e de procedimentos de estudo da natureza; Intervenção no contexto; Ampliação de repertórios científicos e culturais e Sensibilização ambiental. Destacamos, ainda, o potencial das atividades analisadas para a [socialização dos clubistas](#). Foi possível observar nas postagens de práticas educativas em campo, fotografias que retratam o potencial das saídas a campo para integração dos clubistas entre eles e com as pessoas dos lugares que visitam. “A convivência em grupo, a necessidade de organização individual, de ajuda mútua. De enfrentamento de desafios até mesmo físicos certamente mobilizam conhecimentos diferenciados, os quais são específicos desse tipo de atividade [em campo].” (Marandino et al., 2009, pp. 146-7). Nessa direção, grande parte das atividades propostas favorecem uma aprendizagem em que a “ação social e a interação do aluno com o campo e com o outro se realizaria por meio da relação dialógica entre o individual e o coletivo.” (Silva & Campos, 2015, p. 27).

E o lugar das tecnologias digitais nas práticas educativas em campo? Nas análises, foi identificado apenas o uso de tecnologias como meio de registro de imagens no campo. Constatamos que algumas atividades tinham como intuito fotografar o ambiente como parte do processo: CA02, GM04, GM07, GM08 e GM10. Para Santiago (2019, p. 86), o uso da fotografia como prática educativa é explicada por sua praticidade. A autora destaca que por meio desta prática é possível:

[...] perceber o olhar do aluno naquele ‘click’, o que ele achou importante registrar, focar e salientar, sua capacidade perceptiva da realidade, das plantas que ele adotou, indica também o estágio da sua percepção, o quanto ele domina, conhece e está envolvido com a atividade em questão. (Santiago, 2019, p. 86).

Nesse sentido, e de forma a atender ao objetivo do artigo, como síntese do ciclo de ATD, buscamos, a partir da interpretação das categorias, produzir um “novo emergente” (Moraes & Galiazzi, 2020). Assim, são apresentadas, no Quadro 4, possibilidades de uso das tecnologias digitais que possam contribuir para o desenvolvimento de práticas em campo, considerando os objetivos de um Clube de Ciências e da educação tecnológica nesse contexto.

Os recursos digitais, e mais especificamente os dispositivos móveis, desafiam as escolas a saírem da educação tradicional, uma vez que desenvolvem uma aprendizagem mais participativa e integrada (Moran, 2013).

A chegada das tecnologias móveis à sala de aula traz tensões, novas possibilidades e grandes desafios. As próprias palavras ‘tecnologias móveis’ mostram a contradição de utilizá-las em um espaço fixo como a sala de aulas: elas são feitas para movimentar-se, para que sejam levadas a qualquer lugar, utilizadas a qualquer hora e de muitas formas. (Moran, 2013, p. 30, aspas do autor).

Nesta direção, as tecnologias digitais são recursos que podem e devem ser utilizados nas saídas a campo, pois podemos explorar as diversas funções desses dispositivos móveis, como câmeras, gravadores, cronômetros, GPS, bússolas e sensores (Unesco, 2014). As possibilidades propostas neste artigo ampliam o uso dos dispositivos para além da fotografia, uma vez que podem fornecer “novas ferramentas para atividades pedagógicas como anotação, cálculo, redação e criação de conteúdo.” (Unesco, 2014, p. 23). Além disso, as tecnologias digitais devem ser amplamente utilizadas em tarefas como pesquisa, comunicação entre os estudantes e divulgação das práticas educativas (Moran, 2013). Assim, buscamos relacionar as funções e aplicativos presentes nos dispositivos, às finalidades das práticas de campo, recursos digitais que dão suporte às atividades.

A elaboração das possibilidades foi norteadas pela ideia de uma aprendizagem ubíqua, como propõe Santaella (2014). A aprendizagem ubíqua defende que o estudante possa realizar pesquisas em qualquer lugar e em qualquer momento, de forma espontânea e autônoma, partindo da sua curiosidade e interesse, o que é favorecido pelo uso de dispositivos móveis. Sua utilização provoca algumas mudanças na educação pois “desenraizam o conceito de ensino-aprendizagem localizado e temporalizado. Podemos aprender desde vários lugares, ao mesmo tempo, on-line e off-line, juntos e separados.” (Moran, 2013, p. 30). Os recursos móveis podem promover uma aprendizagem individual e personalizada ao possibilitar o “acesso ubíquo à informação, à comunicação e à aquisição de conhecimento.” (Santaella, 2014, pp. 18-19). Além disso, o acesso ubíquo a internet, possibilita a comunicação e interação entre os sujeitos, o que contribui para o desenvolvimento de um espírito colaborativo (Carneiro, Garcia & Barbosa, 2020).

Quadro 4. Possibilidades do uso das tecnologias digitais em práticas educativas em campo.

Finalidade	Possibilidades
Contato e Observação de objetos de investigação no lugar em que acontecem/ vivem	Nas atividades de observação, os dispositivos móveis ampliam as possibilidades de registros de forma multimodal para além do texto e da imagem, podendo ser realizados por meio de áudios e vídeos. Nestes casos, os registros facilitam, por exemplo, a captação dos sons da natureza e das interações existentes nos espaços. As informações capturadas podem ser armazenadas e compartilhadas em pastas específicas de modo a ir constituindo o portfólio da observação. Em todas as práticas identificadas, os registros podem ser feitos dessa forma. Aplicativos de desenho podem ser usados para representar a realidade observada. Também é possível a utilização de aplicativos que permitem fornecer informações sobre o ambiente observado. Alguns exemplos são o Plantarum que permite identificar as espécies de plantas e o Solum que fornece informações para a interpretação de análise de solos. Ainda é possível utilizar aplicativos de orientação e localização, como bússola e GPS para identificar posição e local da observação realizada. Outra possibilidade é o uso de um microscópio digital e aplicativos de aproximação da câmera (zoom) que simulam o efeito de uma lupa.

Finalidade	Possibilidades
Aprofundamento de conhecimentos acerca de objetos de estudo e de procedimentos de estudo da natureza (Coleta e análise de dados)	Nas atividades de coleta podem ser utilizados os mesmos recursos indicados em observação e registro. Além disso, podem ser criados aplicativos utilizando recursos como o ApplInventor ou a Fábrica de Aplicativos que orientam e/ou armazenam as informações de coleta. O uso do GPS do dispositivo móvel também pode ser um importante recurso para o registro da localização da coleta e seu imediato registro em aplicativos de mapas virtuais como o Google Maps. Essa estratégia pode ser utilizada para indicar o local preciso da coleta em FM05 e FM06, por exemplo. No processo de análise, as tecnologias digitais podem ser usadas para avaliar as observações com base em uma linha do tempo ou para facilitar a realização de cálculos ou simulações, gerar gráficos ou tabelas com dados sobre os dados levantados. Esse recurso pode ser usado no projeto das plantas (CA02) para comparar seu crescimento em situações diferentes. Destacamos que isso pode ser feito no próprio dispositivo móvel do estudante. Também podem ser utilizados aplicativos para comparação de dados e de simulação da qualidade da água, o que seria útil nas práticas em FM05 e FM06. Em atividades de medição é possível utilizar aplicativos ou dispositivos de medidas de espaços, bem como sensores e atuadores descritos no item sobre intervenção. Também é possível utilizar aplicativos que informam a altitude em relação ao nível do mar, velocidade, entre outros. Nas atividades de medidas, pode-se utilizar o aplicativo PhotoMat, que permite ao professor, juntamente com os clubistas, verificar o processo de resolução dos problemas matemáticos encontrados durante a prática. No experimento de coleta de água (FM06) podem ser usados sensores de temperatura e pH, por exemplo. Nas práticas com medida (AC01 e CS02) podem ser utilizados aplicativos de trena virtual ou dispositivos com sensores de distância. Atividades de experimentação envolvem, via de regra, observação e análise. Assim, as tecnologias citadas nessas atividades podem ser transpostas para os experimentos. Também cabe citar que, dependendo do tipo de experimento, também podem ser criados dispositivos digitais, como descrito no item sobre intervenção.
Intervenção no contexto	Em atividades de intervenção, as tecnologias digitais podem ser utilizadas para a criação de dispositivos que percebem e atuam sobre o ambiente. Nesses casos, é possível utilizar diferentes tipos de sensores e atuadores e, com base em dispositivos programáveis, iniciar a execução de alguma ação. Por exemplo, no projeto de irrigação (CS01) ou da horta (GM01) é possível utilizar um sensor de umidade ligado a uma placa Arduino a qual pode controlar o momento adequado de ligar ou desligar a bomba de água, bem como controlar o fluxo da água. No projeto do aquário (FM04) é possível utilizar um sensor de pH ou de luz para indicar a necessidade de limpeza.

Finalidade	Possibilidades
Ampliação de repertórios científicos e culturais	Propomos aplicativos de GPS e Google Maps para atividades em outros espaços educativos, a fim de demonstrar e explorar a região em que foi realizada a saída a campo. O aplicativo Cidades Visitadas registra e cria um mapa interativo com os locais explorados. Assim como nas práticas de observação, pode-se utilizar recursos para tirar fotografias e aplicativos de álbum de fotos para compor um portfólio dos espaços visitados. Sugerimos recursos de diários digitais para o registro e reflexão dos lugares conhecidos.
Sensibilização ambiental	O processo de sensibilização em um Clube de Ciências pode ser feito tanto para conscientizar a sociedade sobre uma determinada temática quanto para o próprio processo de divulgação científica. Assim, podem ser produzidos materiais para publicação em redes sociais, blogs, sites ou mesmo flyers para serem distribuídos. Podem ser mantidos ainda canais de interação com a comunidade diagnosticando demandas e informando sobre ações realizadas no Clube.

Fonte: elaborado pelos autores.

É possível observar no quadro 4 algumas propostas para cada finalidade para a utilização das tecnologias digitais em práticas dos Clubes de Ciências realizadas em campo, mas não restritas a elas. Ressaltamos que nem as finalidades nem o uso de mídias e tecnologias digitais em Clubes de Ciências são delimitadas ao apresentado no Quadro. Ambos dependem da criatividade e interesse dos clubistas, bem como da disponibilidade dos recursos tecnológicos. Destacamos que a tecnologia deve ser utilizada como meio para que ocorra a educação científica dos clubistas.

4. Considerações finais

Conforme apontado na introdução, os Clubes de Ciências são contextos de educação não formal que possibilitam promover atividades significativas com potencial para gerar aprendizagens sobre o conhecimento e o conhecer científico. As tecnologias digitais são, portanto, recursos que precisam ser amplamente usados, uma vez que grande parte do conhecimento científico atualmente disponível se utiliza das tecnologias tanto para produção quanto para compartilhamento. Nessa perspectiva, aprender ciências é também apropriar-se das tecnologias de sua produção.

De acordo com o observado na presente investigação, o uso de tecnologias digitais em práticas de campo em Clubes de Ciências ainda é incipiente, restrito sobretudo ao registro fotográfico, ou não está detalhadamente descrito nas práticas socializadas pelos Clubes de Ciências em seus canais de divulgação. Sendo assim, observamos que é necessário divulgar as produções científicas dos Clubes de maneira adequada para a compreensão sobre os objetivos das práticas, os métodos e os resultados encontrados, para que seja possível sua reflexão por outros Clubes e inspiração para proposição de suas práticas em outros contextos da educação formal e não formal. No levantamento das práticas de campo, um dos elementos de análise das publicações nos blogs dos Clubes de Ciências foi identificar quem descreveu a prática relatada.

Nesse sentido, percebemos que os estudantes pouco interagem ou participam das postagens nesses canais de comunicação, uma vez que foram encontrados relatos escassos com a identificação como sendo dos clubistas.

Ressaltamos que as possibilidades apontadas para o uso de tecnologias em Clubes de Ciências estão embasadas sobretudo no potencial pedagógico dos dispositivos móveis, em práticas que promovem a aprendizagem ativa e participativa dos estudantes, em função do fácil manuseio desses aparelhos. Dessa forma, ressaltamos que o uso de tecnologias pode fornecer suporte para atingir os objetivos de um Clube de Ciências, uma vez que os dispositivos móveis favorecem o acesso às informações globais disponibilizadas na internet, possibilitando a denominada aprendizagem ubíqua. Além disso, a implementação das tecnologias digitais nas práticas faz com que os clubistas se relacionem de forma mais realista com a evolução científica e tecnológica presente no modelo social vigente, fortemente baseado na cibercultura. Deste modo, as tecnologias digitais permitem aproximar os Clubes de Ciências da comunidade no qual estão inseridos, seja na observação, análise, projeto ou sensibilização sobre questões que precisam ser tratadas à luz do conhecimento científico. As tecnologias digitais precisam ser amplamente exploradas como recurso para a disseminação da produção científica dos Clubes, seja na criação de canais para a divulgação sobre as atividades realizadas, seja na interação com diferentes comunidades de prática, aumentando o alcance das produções para além da comunidade escolar.

Por fim, com base nos resultados desta investigação, destacamos a necessidade de criar práticas educativas de campo, como destacado nas atividades que devem ser elaboradas em um Clubes de Ciências, para favorecer a leitura crítica do mundo. Ainda, é preciso explorar atividades com o uso das tecnologias digitais para promover uma interação entre os elementos do cotidiano, aproximando os estudantes da natureza por meio desses recursos. As possibilidades de uso das tecnologias digitais apresentadas nesse artigo vão nessa direção.

5. Agradecimentos

Essa pesquisa foi desenvolvida com apoio do “Programa Ciência na Escola” (Chamada MCTIC/CNPq - No 05/2019), Projeto de Extensão “Clubes de Ciências: Formação Docente e Práticas Educativas com Estudantes” da Universidade Regional de Blumenau (FURB) e Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior.

Referências

- Bacich, L., Tanzi Neto, A., & Trevisani, F. M. (2015). Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação. In L. Bacich, A. Tanzi Neto & F. M. Trevisani (Org.). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação* (pp. 40-54). Porto Alegre, RS: Editora Penso.
- Buch, G. M., & Schroeder, E. (2013). Clubes de ciências e alfabetização científica: concepções dos professores coordenadores da rede municipal de ensino de Blumenau (SC). *Experiências em Ensino de Ciências*, 8(1), 56-70. <https://bit.ly/2YXaVmr>

- Carneiro, L. de A., Garcia, L. G., & Barbosa, G. V. (2020). Uma revisão sobre aprendizagem colaborativa mediada por tecnologias. *Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 7(2), 52-62. <https://doi.org/10.20873/ufvtv7-7255>
- Dias, R. H. T. (2019). *Relação de pátios escolares com as competências sociais, a frequência de contato com a natureza e a conexão com a natureza das crianças*. (Dissertação de Mestrado). Mestrado em Psicologia Social da Saúde, Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, Portugal. <https://bit.ly/3n1m3XH>
- Ferreira, A. G. & Sales, S. R. (2019). "Nativos digitais", "geração internet", "Homo zappiens", "ciborgue": juventude conectada às tecnologias digitais. *TEXTURA - Revista de Educação e Letras*, 21(47), 32-53. <https://doi.org/10.17648/textura-2358-0801-21-47-5093>
- Flick, U. (2013). *Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes*. Porto Alegre, RS: Editora Penso.
- Lima, V. M. do R. & Rosito, B. A. (2020). *Conversas sobre clubes de ciências*. Porto Alegre: Editora Universitária da PUCRS.
- Louv, R. (2016). *A Última Criança na Natureza*. São Paulo, SP: Aquariana.
- Mancuso, R., Lima, V. M. do R. & Bandeira, V. A. (1996). *Clubes de Ciências: criação, funcionamento, dinamização*. Porto Alegre, RS: SE/CECIRS.
- Marandino, M., Selles, S. E., & Ferreira, M. S. (2009). *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo, SP: Cortez.
- Martins, E. R., Geraldles, W. B., Afonseca, U. R., & Gouveia, L. M. B. (2018). Tecnologias Móveis em Contexto Educativo: uma Revisão Sistemática da Literatura. *RENOTE - Novas Tecnologias na Educação*, 16(1), 01-10. <https://bit.ly/3aO5VmP>
- Menezes, C., Schroeder, E., & Silva, V. L. S. (2012). Clubes de ciências como espaço de alfabetização científica e ecoformação. *Atos de Pesquisa em Educação*, 3(7), 811-833.
- Moraes, R., & Galiazzi, M. do C. (2020). *Análise textual discursiva* (3a ed. ebook). Ijuí, RS: UNIJUI.
- Moran, J. M. (2013). Ensino e aprendizagem inovadores com o apoio de tecnologias. In J. M. Moran, M. T. Masetto & M. A. Behrens (Org.). *Novas tecnologias e mediação pedagógica* (pp. 11-72). (21a ed.). Campinas, SP: Papirus.
- Moura, A. (2012). Mobile Learning: Tendências tecnológicas emergentes. In A. A. Carvalho (Org.). *Aprender na era digital: jogos e Mobile-Learning* (pp. 127-147). Santo Tirso, Portugal: De Facto Editores.
- Santiago, J. O. de P. (2019). *Análise da contribuição das aulas de campo e do uso do desenho científico e da fotografia, como instrumento para a melhoria do processo de aprendizagem em Biologia*. (Dissertação de mestrado). Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. <https://bit.ly/3aNfPVD>
- Santaella, L. (2014). A aprendizagem ubíqua na educação aberta. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 7(14), 15-22. <https://doi.org/10.20952/revtee.v0i0.3446>
- Silva, M. S. & Campos, C. R. P. (2015). Aulas de campo como metodologia de ensino – fundamentos teóricos. In C. R. P. Campos (Org.). *Aula de campo para Alfabetização Científica: práticas pedagógicas escolares* (pp. 17-30). Vitória, ES: Editora Ifes. <https://bit.ly/3DQo67B>
- Tomio, D., Schroeder, E., Conzatti, C., Hamann, B., & Pedron, N. B. (2020). Os Clubes de Ciências como contextos de formação inicial docente: contribuições a partir da produção científica de um coletivo pibid. *Colloquium Humanarum*, 17, 397-416. <https://bit.ly/3n2VEIT>
- Tomio, D. & Hermann, A. P. (2019). Mapeamento dos Clubes de Ciências da América Latina e construção do site da Rede Internacional de Clubes de Ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 21, 01-23. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172019210111>
- Unesco. (2014). *O futuro da aprendizagem móvel: implicações para planejadores e gestores de políticas*. Brasília, Brasil: UNESCO.
- Ventura, L. R. de F. (2015). *Natureza e pátios escolares: percepção, conhecimento ambiental e efeitos no comportamento pró-ambiental de crianças em duas Escolas Públicas do Município de Viamão – RS*. (Trabalho de Conclusão de Curso). Graduação - Curso de Psicologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. <https://bit.ly/3FQZn57>

Como citar em APA:

Hamann, B., Capobianco, M. yTomio, D. (2021). Práticas educativas de campo em Clubes de Ciências: inventário e possibilidades de uso das tecnologias digitais. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 67-83. <https://doi.org/10.35362/rie8724529>

Cuando la curiosidad científica se transforma en un videotutorial para aprender enseñando: conocimiento del contenido, elaboración de las explicaciones y complejidad de las preguntas

Jesús Ribosa ¹ 

David Duran ¹ 

¹ Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), España

Resumen. La creación de materiales didácticos por parte de los estudiantes es una forma de aprender enseñando, que ofrece una situación comunicativa al establecer una audiencia y puede contribuir a activar mecanismos de elaboración del conocimiento. Ante la escasa, pero prometedora, práctica de este tipo de propuestas educativas en educación primaria, se ha diseñado el Proyecto Bikos, en el que parejas de estudiantes elaboran cooperativamente videotutoriales a partir de su curiosidad científica. A partir de esta innovación, se plantean tres objetivos de investigación: 1) Examinar si se producen mejoras en el conocimiento específico sobre la pregunta que los estudiantes responden en cada videotutorial; 2) Estimar el grado de elaboración del conocimiento en las explicaciones que los estudiantes ofrecen en sus videotutoriales; y, 3) Analizar el grado de complejidad de las preguntas de comprensión para la audiencia que los estudiantes añaden a lo largo de sus videotutoriales. Los resultados de un pretest-posttest muestran mejoras significativas en el conocimiento específico. El análisis exploratorio de las explicaciones sugiere que cerca de dos tercios de la información ha sido suficientemente elaborada por los estudiantes. El análisis de las preguntas de comprensión señala que su gran mayoría tiene un bajo nivel de complejidad.

Palabras clave: aprender enseñando; aprendizaje cooperativo; enseñanza de las ciencias; material didáctico; video educativo.

Quando a curiosidade científica se transforma em um vídeo tutorial para aprender ensinando: conhecimento do conteúdo, elaboração das explicações e complexidade das perguntas

Resumo. A criação de materiais didáticos pelos estudantes é uma forma de aprendizagem pelo ensino, que oferece uma situação comunicativa ao estabelecer um público e pode contribuir para ativar mecanismos para a elaboração do conhecimento. Dada a prática escassa, mas promissora, deste tipo de propostas educacionais no ensino primário, o Projeto Bikos foi concebido, no qual pares de estudantes criam, em cooperação, tutoriais em vídeo baseados em sua curiosidade científica. Com base nesta inovação, três objetivos de pesquisa são propostos: 1) examinar se há melhorias no conhecimento específico sobre a questão que os estudantes respondem em cada videotutorial; 2) estimar o grau de elaboração do conhecimento nas explicações que os estudantes oferecem em seus videotutoriais; e, 3) analisar o grau de complexidade das questões de compreensão para o público que os estudantes acrescentam ao longo de seus videotutoriais. Os resultados de um pré-teste-pós-teste mostram melhorias significativas em conhecimentos específicos. A análise exploratória das explicações sugere que cerca de dois terços das informações foram suficientemente elaboradas pelos estudantes. A análise das questões de compreensão indica que a grande maioria delas tem um baixo nível de complexidade.

Palavras-chave: aprendizagem pelo ensino; aprendizagem cooperativa; educação científica; materiais didáticos; vídeo educativo.

When scientific curiosity turns into a video tutorial for learning by teaching: content knowledge, elaboration of the explanations, and complexity of the questions

Abstract. The creation of teaching materials by students is a way of learning by teaching, which offers a communicative situation by setting an audience and can contribute to activating mechanisms for knowledge elaboration. Given the scarce, but promising, practice of this kind of educational proposals in primary education, Bikos Project has been designed, in which pairs of students cooperatively create video tutorials based on their scientific curiosity. Three research aims are addressed: 1) To examine if there is any improvement in the specific knowledge about the question that the students answer in each video tutorial; 2) To estimate the degree of knowledge elaboration in the explanations that students offer in their video tutorials; and 3) To analyze the degree of complexity of the comprehension questions for the audience that students add throughout their video tutorials. The results of a pretest-posttest show significant improvements in specific knowledge. The exploratory analysis of the explanations suggests that about two thirds of the information has been sufficiently elaborated by students. The analysis of the comprehension questions indicates that the vast majority show a low level of complexity.

Keywords: cooperative learning; educational video; learning by teaching; science education; teaching materials.

1. Introducción

Cada vez resulta más evidente la necesidad de que las prácticas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias permitan que los estudiantes hablen de ciencia, es decir, formulen verbalmente explicaciones para comunicar y argumentar ideas científicas (Bennett et al., 2010; Colley y Windschitl, 2016; S. W. Lin et al., 2016; Ødegaard et al., 2016). El relevante papel del lenguaje en la construcción del conocimiento ha sido ampliamente argumentado en los postulados socioconstructivistas (Mercer, 2000; Vygotsky, 1978). En el área de ciencias, en todas las etapas educativas, numerosas propuestas plantean que los estudiantes verbalicen ideas científicas, ya sea al exponer delante de la clase o de otra audiencia (p. ej., Perales y Vílchez, 2015; Rosa y Martínez-Aznar, 2019), o al interactuar con sus compañeros cuando resuelven una tarea cooperativamente (p. ej., Durán-García y Durán-Aponte, 2013; Pavón y Martínez-Aznar, 2014; Reigosa y Jiménez, 2011). El aprendizaje cooperativo es una de las estrategias didácticas más utilizadas e investigadas para el cambio conceptual (J. W. Lin et al., 2016). Uno de los temas centrales de investigación sobre el aprendizaje de las ciencias tiene que ver con las concepciones cotidianas de los estudiantes, consideradas habitualmente como representaciones que deben ser sustituidas por explicaciones científicas correctas (Furberg y Arnseth, 2009). El aprendizaje que tiene lugar cuando se revisan estas concepciones alternativas previas se conoce como cambio conceptual (Mason y Zaccoletti, 2020), constructo que sigue siendo considerablemente investigado (T. J. Lin et al., 2019). El aprendizaje cooperativo se considera una estrategia privilegiada por su potencial para que los estudiantes, al verbalizar sus ideas científicas, hagan emerger perspectivas divergentes en la interacción y generen así conflictos sociocognitivos (p. ej., Can y Boz, 2016; De la Hera et al., 2019; Eymur y Geban, 2017).

El desarrollo y la difusión de las Tecnologías Digitales (TD) ofrecen nuevas posibilidades para comprender y expresar información en múltiples lenguajes y formatos (Coll, 2013). Tienen a su vez un gran impacto en la cantidad de información accesible, así como en el número y la diversidad de contextos donde participar (Coll, 2013; Collins y Halverson, 2010). El uso de las TD en el aula puede ser beneficioso si las oportunidades que ofrecen se aprovechan para potenciar los principios del aprendizaje efectivo (Yeung et al., 2021). Actualmente, uno de los principales retos de la educación es cómo educar en el marco de una cultura digital (Coll y Rodríguez, 2008; Ilomäki et al., 2016).

Uno de los componentes principales de la alfabetización digital es el proceso de búsqueda de información, cuya regulación consciente es un elemento clave (Coiro, 2011; Coiro y Dobler, 2007; Goldman et al., 2012; Monereo y Fuentes, 2008). Para que los estudiantes actúen estratégicamente, es necesario planear formas de apoyo a lo largo del proceso, especialmente en educación primaria y secundaria (Coiro y Dobler, 2007; Knight y Mercer, 2015; Macedo-Rouet et al., 2013; Zhang y Quintana, 2012). El desarrollo de estrategias de búsqueda de información juega un papel importante en la alfabetización científica. Una de las competencias científicas evaluadas en PISA es la de explicar fenómenos científicamente, es decir, "reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones para un abanico de fenómenos naturales y tecnológicos" (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2019, p. 100). A

diario las personas buscan intencionadamente o se encuentran accidentalmente con afirmaciones científicas procedentes de distintas fuentes (Sinatra y Lombardi, 2020). Las investigaciones muestran cuán difícil es evaluar esas afirmaciones al leer en internet (Sinatra y Hofer, 2016). Leer en línea es más complejo porque no solamente implica la construcción interna de significado, sino también un proceso autodirigido de construcción del texto a través de la selección de webs y enlaces (Coiro y Dobler, 2007; Pozo, 2014).

El uso de las TD en el aula exige a los docentes llevar a cabo un razonamiento pedagógico más complejo para planificar, implementar y evaluar sus prácticas educativas (Webb y Cox, 2004). Además del acceso a dispositivos, cabe considerar también el conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido que tiene el docente, así como las creencias, actitudes y emociones que pueden estar detrás de la decisión de utilizar o no las TD en clase (Howard, 2013; Petko, 2012; Voogt et al., 2012). En el aula de ciencias, la creación de videos por parte de los estudiantes es una práctica cada vez más habitual (Farrokhnia et al., 2020; Gallardo-Williams et al., 2020; Reyna y Meier, 2018; Snelson, 2018). Estos videos pueden elaborarse para ofrecer una explicación a una audiencia real, potencial o ficticia —es decir, pueden tomar la forma de materiales didácticos—. La creación de materiales didácticos para que otros potenciales aprendices también puedan aprender el contenido es una forma de aprender enseñando —o *aprenderse*— (Duran, 2014). Si este material se elabora para ponerlo a disposición del potencial aprendiz, y no como apoyo a una explicación, nos situaríamos en el marco del primer nivel de *aprenderse*: aprender con la expectativa de que alguien utilizará ese material para aprender (Duran, 2014). Esta expectativa generada en la situación de aprender para enseñar —aunque finalmente no se enseñe— se conoce como *expectancy* (Bargh y Schul, 1980; Benware y Deci, 1984). Las investigaciones sobre este constructo indican que, al menos bajo determinadas condiciones, la expectativa de enseñar puede generar procesos de revisión del contenido, organización para presentarlo e identificación de su estructura básica (Duran, 2014, 2017; Kobayashi, 2019) y promover una mayor motivación (Fiorella y Mayer, 2014; Hoogerheide et al., 2019). La creación de materiales didácticos también podría generar procesos vinculados a los otros niveles de *aprenderse*: aprender y exponer, aprender y explicar, y aprender y explicar mediante preguntas (Duran, 2014, 2017).

En educación obligatoria, el número de artículos de investigación que analizan la creación de videos educativos por parte de los estudiantes es muy reducido (Ribosa y Duran, 2021). En educación primaria, Penttilä et al. (2016) investigan la creación de breves historias digitales en las que los estudiantes explican experimentos científicos en el área de química. Los resultados sugieren que los estudiantes que crean historias digitales muestran un mayor nivel de abstracción sobre los contenidos de aprendizaje. En otra investigación, Hoogerheide et al. (2019) piden a los estudiantes que generen como deberes un video educativo a partir de un texto sobre biología. En comparación con volver a estudiar el material o hacer un resumen, los estudiantes percibieron la tarea como más divertida. En cuanto al conocimiento conceptual, no se encontraron diferencias significativas entre crear el video o hacer un resumen. Aun así, de estos dos tratamientos, solo el grupo que creó el video obtuvo diferencias significativas con respecto al grupo de control que estudió el material. En matemáticas existen algunos

estudios en educación primaria que reportan beneficios de aprendizaje a través de la creación de videos, al analizar los productos generados por los estudiantes (Soto, 2015) y también el proceso de representación mental del problema (Muis et al., 2016). También en educación secundaria encontramos algunos estudios de creación de videos en áreas como ciencias de la tierra (Mills, Tomas y Lewthwaite, 2020), biología (Jablonski et al., 2015) o física (Downie et al., 2017). Aunque algunos de estos estudios se sitúan en la perspectiva de aprender enseñando (Hoogerheide et al., 2019; Muis et al., 2016), la mayoría de las investigaciones sobre la creación de materiales didácticos por parte de los estudiantes no atribuyen explícitamente los beneficios a la actividad de aprender enseñando (Ribosa y Duran, 2021). Es necesario diseñar intervenciones que partan de esta perspectiva para maximizar sus beneficios y anticipar posibles dificultades (Duran, 2014, 2017).

Ante la escasa, pero prometedora, práctica de propuestas educativas basadas en la creación de materiales didácticos por parte de los estudiantes en educación primaria, se ha diseñado el *Proyecto Bikos*, objeto y contexto de estudio del presente artículo. En un formato para desarrollar la alfabetización digital y el aprendizaje auto-dirigido, la propuesta didáctica plantea que parejas de estudiantes formulen preguntas científicas, a partir de sus propios intereses y curiosidad por conocer el mundo, y creen videotutoriales como mecanismo para su propio aprendizaje. Ante el carácter dinámico del conocimiento, es necesario que la escuela no se limite a transmitir respuestas, sino que enseñe a hacerse preguntas y a desarrollar estrategias para encontrarlas respuesta (Fernández-Enguita, 2017). Como señalan Freire y Faundez (2010), el inicio del conocimiento es la pregunta, y solo a partir de esta se debe iniciar la búsqueda de respuestas. Además, la posibilidad de elección sobre lo que se aprende, para conectarlo con los intereses y experiencias del aprendiz, es una de las implicaciones de la personalización del aprendizaje (Coll, 2018).

En el marco de este proyecto, en el presente artículo se plantean los siguientes objetivos:

1. Examinar si se producen mejoras en el conocimiento específico sobre la pregunta que los estudiantes responden en cada videotutorial.
2. Estimar el grado de elaboración del conocimiento en las explicaciones que los estudiantes ofrecen en sus videotutoriales.
3. Analizar el grado de complejidad de las preguntas de comprensión para la audiencia que los estudiantes añaden a lo largo de sus videotutoriales.

2. Métodos y materiales

Para dar respuesta a estos tres objetivos, se adoptó un enfoque metodológico mixto. Se llevó a cabo un diseño pretest-posttest de un solo grupo, en el que se implementó el proyecto de intervención –descrito en el siguiente subapartado–. Con el análisis del pretest-posttest se pretende examinar si se producen mejoras en el conocimiento específico sobre las preguntas –primer objetivo–. Este diseño preexperimental se combina con un análisis exploratorio de los videotutoriales elaborados, para explicar las posibles diferencias entre el pretest y el posttest. Este análisis exploratorio pone el foco en el grado de elaboración de las explicaciones –segundo objetivo– y el grado de complejidad de las preguntas de comprensión –tercer objetivo–.

2.1 Descripción del proyecto

Desde el área de conocimiento del medio, el *Proyecto Bikos* pretende contribuir al desarrollo de una serie de competencias del marco curricular catalán (Decreto 119/2015), especialmente las vinculadas a aprender a aprender, al ámbito digital y al tratamiento de la información. Se ha diseñado para que pueda implementarse en ciclo superior de educación primaria y primer ciclo de educación secundaria obligatoria. La propuesta didáctica plantea que parejas de estudiantes elaboren un videotutorial para responder una pregunta sobre el mundo, que ellos mismos formulan. En esta propuesta, el concepto de videotutorial intenta alejarse del modelo transmisivo procedimental que normalmente encontramos en las redes. Entendemos el videotutorial como un vídeo de máximo tres minutos en el que el contenido se presenta acompañando a la audiencia en su proceso de comprensión, mediante la formulación de preguntas de conocimientos previos al inicio, preguntas de comprensión durante el videotutorial y una pregunta de comprensión global al final. Se trata pues de crear un material que permite a potenciales aprendices aprender lo que estos estudiantes han aprendido previamente; por lo tanto, de aprender enseñado en *expectancy* (Duran, 2017; Fiorella y Mayer, 2014).

En una organización del aula basada en el aprendizaje cooperativo (Topping, et al. 2017), se propone que los estudiantes trabajen en parejas, con dos roles complementarios: responsable de contenido y responsable tecnológico. Los estudiantes disponen de dos materiales que les ayudan a estructurar su actividad conjunta: una guía de roles y una hoja de actividad, que contemplan las siguientes fases:

0. Definición de la pregunta. Cada pareja define la pregunta para su videotutorial. Aunque es el responsable de contenido quien lleva la iniciativa en la formulación de la pregunta, es necesario un proceso de negociación entre ambos miembros para que la pregunta los motive e implique en la creación del videotutorial.
1. Conocimientos previos. Cada miembro de la pareja elabora una respuesta conjetural a la pregunta planteada, es decir, propone una explicación hipotética del fenómeno –basándose en sus conocimientos previos, sin consultar fuentes de información–. Seguidamente, comparten sus respuestas y definen dudas.
2. Búsqueda de información. En un proceso recursivo, los estudiantes definen los conceptos clave de la búsqueda; buscan, seleccionan y contrastan diferentes fuentes de información; resuelven dudas iniciales y se plantean nuevas cuestiones. Este proceso concluye con la elaboración de una respuesta compartida a la pregunta planteada.
3. Elaboración del guion. Los estudiantes elaboran el guion del vídeo, en el que organizan y transforman la información con el objetivo de presentarla a una audiencia potencial real a través de un videotutorial. Esto incluye la redacción de la narración del videotutorial, y también la planificación de los recursos visuales y de las preguntas de conocimientos previos al inicio, las preguntas de comprensión durante el videotutorial y la pregunta de comprensión global al final.

4. Producción del vídeo. Los estudiantes crean el videotutorial a partir del guion. Esta fase consta de dos periodos: generación de recursos y edición técnica; y edición pedagógica, para introducir las preguntas interactivas. En la implementación descrita en el presente artículo, se utilizó PowerPoint para la edición técnica del vídeo y EDPuzzle para la edición pedagógica, pero también podrían utilizarse otras herramientas tecnológicas en función del contexto de implementación.

Se propone llevar a cabo dos rondas de creación de videotutoriales con el grupo clase. Entre una y otra se intercambian los roles de la pareja, de forma que ambos miembros tengan la oportunidad de llevar la iniciativa al formular la pregunta en la que quieren indagar. Cada ronda de creación de videotutoriales tiene una duración aproximada de 12 horas de clase. Los videotutoriales resultantes serán organizados en un espacio virtual a disposición de otros estudiantes y centros educativos.

2.2 Contexto y participantes

Después de llevar a cabo una prueba piloto en el curso 2017-2018, en el curso 2018-2019 el proyecto fue implementado en dos centros públicos de educación primaria de Catalunya. Se requería que los centros dispusieran de los recursos digitales suficientes –un ordenador o tableta por pareja, con conexión a internet– para implementar el proyecto. Sin embargo, se quería que no llevaran a cabo frecuentemente prácticas en las que los estudiantes usaran tecnologías digitales. Participaron en el proyecto un total de 44 estudiantes de sexto de primaria, es decir, 22 parejas, que crearon dos videotutoriales cada una. Se llevó a cabo una formación inicial de cuatro docentes, así como reuniones para ajustar la implementación del proyecto al contexto de cada centro. Luego, los estudiantes recibieron una formación inicial por parte de los docentes para familiarizarse con los objetivos del proyecto, el tipo de producto, el proceso de creación y los materiales de apoyo. Durante la implementación del proyecto, docentes e investigadores colaboraron para llevarlo a cabo en las aulas y evaluarlo en dos rondas de creación de videotutoriales. Uno de los investigadores asistió como observador participante a todas las sesiones del proyecto de intervención en ambas escuelas, para ayudar a los docentes a organizar el aula y ofrecer apoyo especialmente en las cuestiones tecnológicas.

Los estudiantes formularon en sus videotutoriales preguntas muy diversas, sobre el universo (p. ej., ¿qué es el Big Bang?, ¿cómo se formó la Vía Láctea?), sobre fenómenos del entorno natural (p. ej., ¿cómo se forma la nieve?, ¿por qué los atardeceres tienen diferentes colores?), sobre animales y plantas (p. ej., ¿por qué los pandas están en peligro de extinción?, ¿por qué motivos la luz puede mover las plantas?), sobre fenómenos del entorno social (p. ej., ¿por qué hay tantos idiomas en el mundo?, ¿qué es la mitología nórdica?), sobre los seres humanos (p. ej., ¿cómo funciona el cerebro?, ¿por qué los humanos tenemos sentimientos?) y sobre tecnología (p. ej., ¿cómo calcula la calculadora?, ¿qué inteligencias artificiales son más inteligentes que la humana?). Como se puede ver, muchas de ellas abordan cuestiones interdisciplinares.¹

¹ Pueden consultarse dos ejemplos de videotutoriales elaborados por estudiantes: *Per què el cel és blau?* (en catalán, ¿Por qué el cielo es azul?, disponible en <https://edpuzzle.com/media/5c8bbf4adedf7c409e552be8>), *¿La luz interviene en cómo vemos los colores?* (en castellano, disponible en <https://edpuzzle.com/media/5c5027287fa15e411ebffb7>).

2.3 Recogida y análisis de datos

Para el primer objetivo –examinar si se producen mejoras en el conocimiento específico sobre las preguntas–, se llevó a cabo un pretest-posttest, en el que los estudiantes respondían a su pregunta sin poder acceder a fuentes de información antes y después de la creación de cada videotutorial. Las respuestas se evaluaron con una rúbrica de seis ítems, elaborada a partir del modelo de Zhu et al. (2009): completitud de la información, comprensibilidad, pertinencia, veracidad, grado de detalle y apariencia de experto. La rúbrica fue validada por tres jueces. En los distintos ítems se obtuvieron valores entre 0,61 y 0,86 en el coeficiente kappa de Cohen ponderado. Después de evaluar las respuestas de los estudiantes, se compararon las puntuaciones del pretest y del posttest de todos los videotutoriales, mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Esta prueba también se llevó a cabo para comparar la extensión de las respuestas del pretest y las del posttest.

Para el segundo objetivo –estimar el grado de elaboración del conocimiento en las explicaciones–, se transcribieron las explicaciones que los estudiantes desarrollaron en sus videotutoriales, así como cualquier texto sobreimpreso que añadieran en las imágenes. Para la estimación del grado de elaboración de las explicaciones, se utilizó la herramienta de detección de plagio Quetext, por su avanzada tecnología que le permite llevar a cabo un análisis contextual y detectar cambios superficiales (<https://www.quetext.com/>). Como esta herramienta no detecta plagios en los textos y fuentes en catalán, la lengua utilizada por los estudiantes –junto al castellano–, se tomaron dos medidas adicionales: a) se tradujeron al castellano con el traductor de Google –y posterior revisión– las transcripciones de aquellos videotutoriales que se encontraban en catalán para poder analizarlas con Quetext; y b) se identificaron los videotutoriales en los que los estudiantes reportaron haber utilizado alguna fuente de información en catalán. En estos casos en los que se utilizaron fuentes de información en catalán, las transcripciones originales fueron analizadas con otra herramienta de detección de plagio: la de SmallSEOTools (<https://smallseotools.com/es/plagiarism-checker/>). Si bien esta no utiliza una tecnología tan avanzada como Quetext, sí que funciona correctamente con los textos y fuentes en catalán. En caso de que el porcentaje de plagio de una transcripción detectado con esta herramienta fuera superior al detectado con Quetext, este porcentaje pasaba a ser el que tenía validez para análisis posteriores con el conjunto de las transcripciones. En estos análisis se reportaron los estadísticos descriptivos siguientes: mínimo, máximo, media, desviación estándar y percentiles.

Para el tercer objetivo –analizar el grado de complejidad de las preguntas de comprensión para la audiencia–, se transcribieron los enunciados de las preguntas de comprensión que los estudiantes habían añadido a lo largo de sus videotutoriales. Se excluyeron del análisis las otras dos preguntas: la pregunta de conocimientos previos al inicio y la pregunta de comprensión global al final. También se excluyeron del análisis las opciones de respuesta –correctas y distractores– y la retroalimentación posterior que algunos estudiantes habían añadido para la audiencia. A partir de la taxonomía revisada de Bloom (Anderson y Bloom, 2001), el enunciado de cada pregunta de comprensión se codificó en una de las siguientes categorías, considerando también la información que los estudiantes aportaban en la explicación del videotutorial: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar, crear (Tabla 1).

Tabla 1. Definición de las categorías de la taxonomía revisada de Bloom

	Definición
Crear	Juntar elementos para formar un todo coherente o funcional; reorganizar elementos en un nuevo patrón o estructura.
Evaluar	Emitir juicios a partir de criterios o normas.
Analizar	Descomponer el material en sus partes constituyentes y determinar cómo las partes se relacionan entre ellas y con una estructura o propósito generales.
Aplicar	Llevar a cabo o utilizar un procedimiento en una situación dada.
Comprender	Construir significado a partir de mensajes instructivos, incluyendo comunicación oral, escrita y gráfica.
Recordar	Recuperar conocimiento relevante de la memoria a largo plazo.

Fuente: extraída de Anderson y Bloom (2001).

Se reportaron frecuencias, porcentajes y ejemplos de las categorías identificadas. Aunque las orientaciones del proyecto dictaban que estas preguntas de comprensión fueran de opción múltiple, se revisaron todas para identificar si los estudiantes habían utilizado también otros formatos.

3. Resultados

3.1 Conocimiento específico sobre la pregunta

Los resultados muestran que los estudiantes mejoran significativamente su nivel de conocimiento específico sobre las preguntas que se plantean en sus videotutoriales (Tabla 2). Al no disponer de grupos de comparación, no podemos atribuir con seguridad estas mejoras a la intervención. Sin embargo, al tratarse de un conocimiento tan específico, que no se trabaja en otras situaciones de instrucción, asumimos que la participación en el proyecto puede ser la principal responsable de las mejoras.

Tabla 2. Análisis del pretest-posttest del conocimiento específico sobre las preguntas

	Media pretest	Media posttest	Diferencia post-pre	Desviación estándar	Sig. (bilateral)
Compleitud de la información	0,64	1,48	0,84	0,741	0,000
Comprensibilidad	2,63	2,42	-0,21	0,761	0,027
Pertinencia	2,13	2,00	-0,13	1,429	0,424
Veracidad	0,94	1,59	0,65	0,983	0,000
Grado de detalle	0,13	1,08	0,95	0,870	0,000
Apariencia de experto	0,32	1,50	1,18	0,687	0,000
Total	6,77	10,07	3,30	3,025	0,000

Fuente: elaboración propia.

De los seis ítems analizados, la completitud de la información, la veracidad, el grado de detalle y la apariencia de experto sí muestran mejoras significativas. No obstante, la pertinencia no muestra cambios significativos, y la comprensibilidad disminuye significativamente (Tabla 2). En cuanto a la pertinencia, cabe señalar que en el proceso de búsqueda los estudiantes encuentran grandes cantidades de infor-

mación que no siempre se ajusta a su propósito. Si no regulan adecuadamente la selección de información, pueden incluir en sus respuestas no solo información clave para el propósito de la pregunta, sino también información anecdótica, que se desvía del foco principal. En referencia a la disminución significativa de la comprensibilidad, probablemente se deba a que las respuestas del posttest son considerablemente más extensas y sofisticadas que las del pretest. La media de palabras del pretest (20,09) se sitúa muy por debajo de la media de palabras del posttest (61,89). La prueba de significación estadística muestra que la extensión de las respuestas aumenta significativamente entre el pretest y el posttest ($p=0,000$). Por ello, resulta más probable encontrar alguna idea cuya redacción no resulte clara, hecho que disminuye la puntuación de comprensibilidad.

3.2 Grado de elaboración de las explicaciones

Los resultados del análisis de las explicaciones muestran que, de media, un 37,48% (SD=24,72) de la información que aportan los estudiantes en las explicaciones podría considerarse plagio —es decir, no se encuentra suficientemente elaborada respecto a la fuente original— (Tabla 3).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de los porcentajes de plagio detectados en las explicaciones

Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Percentiles		
				25	50	75
0	82	37,48	24,72	16,5	38,5	57,5

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de plagio podría ser mayor, ya que cabe tener en cuenta dos limitaciones. En primer lugar, la utilización de otros tipos de fuentes de información que no pueden ser detectadas tan fácilmente por las herramientas de detección de plagio —en 12 de los 44 videotutoriales los estudiantes reportan haber utilizado vídeos como fuentes de información—. En segundo lugar, la imposibilidad de la herramienta Quetext para contrastar la respuesta con fuentes de información en catalán —en 18 de los 44 videotutoriales los estudiantes reportan haber utilizado fuentes de información en catalán—. Solo en uno de estos dieciocho videotutoriales el uso del detector de plagio de SmallSEOtools identificó un porcentaje superior al de la herramienta Quetext. A pesar de estas limitaciones, cabe destacar que este análisis exploratorio sugiere que una media del 62,52% de la información ha sido suficientemente elaborada por los estudiantes a partir de la búsqueda de información.

3.3 Grado de complejidad de las preguntas de comprensión para la audiencia

En los 44 videotutoriales aparecen un total de 145 preguntas de comprensión. Se recomendaba a los estudiantes añadir una pregunta por cada apartado de su explicación, y como orientación se proponía organizar la explicación en tres o cuatro bloques. De las 145 preguntas, casi un 90% pertenecen al nivel inferior de la taxonomía revisada de Bloom (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencias, porcentajes y ejemplos de los tipos de preguntas de comprensión

	<i>f</i>	%	Ejemplo
Crear	1	0,69	¿Qué podemos hacer para salvarlos [a los pandas]?
Evaluar	0	0	-
Analizar	0	0	-
Aplicar	0	0	-
Comprender	13	8,97	¿Qué tienen las fosas marinas en común con las placas tectónicas?
Recordar	129	88,97	¿Cuántos movimientos tiene la Tierra?
No codificable	2	1,38	¿Ahora ya sabéis qué es el Big Bang?

Fuente: elaboración propia.

Las dos preguntas no codificables forman parte del mismo videotutorial, y adoptan un enfoque metacognitivo, al pedir a la audiencia que piense si ha entendido o no lo que se ha explicado (Tabla 4).

En cuanto al formato de las preguntas, aunque como orientación se recomendó que las preguntas de comprensión fueran de opción múltiple, 6 de las 145 preguntas de comprensión tienen un formato de respuesta abierta (p. ej., ¿Te acuerdas del nombre de alguna mariposa de las que te hemos enumerado?).

4. Discusión y conclusiones

Parece que la participación de los estudiantes en el proyecto los lleva a mejorar significativamente su nivel de conocimiento específico sobre las preguntas que se plantean en los videotutoriales. Resulta necesario probar estas mejoras para estar convencidos de que se trata de un tiempo bien invertido, aún más al considerar la elevada complejidad de las preguntas que suelen plantearse los estudiantes. En el futuro, deberán compararse los resultados de los participantes en el proyecto con los de grupos de comparación. Al centrarnos en los seis ítems analizados en las respuestas iniciales y finales, hemos visto que se producen mejoras significativas en la completitud de la información, la veracidad, el grado de detalle y la apariencia de experto. La ausencia de cambios en la pertinencia de las respuestas probablemente se deba a la naturaleza abierta de los procesos de lectura en la red (Coiro y Dobler, 2007; Pozo, 2014). La disminución de la comprensibilidad puede tener su origen en la mayor extensión de las respuestas del posttest. En línea con estudios previos sobre intervenciones que plantean la creación de vídeos educativos, parece que los estudiantes mejoran su conocimiento al adoptar el rol de enseñante y tener que generar en los videotutoriales una explicación para otras personas, hecho que activa procesos metacognitivos (Hoogerheide et al., 2019; Penttilä et al., 2016; Soto, 2015).

En referencia al grado de elaboración del conocimiento en las explicaciones que los estudiantes ofrecen en sus videotutoriales, las estimaciones muestran que, de media, más del 60% de la información se encuentra suficientemente elaborada. En palabras de Roscoe y Chi (2007), podríamos considerar que en casi dos tercios de la información los estudiantes adoptan un enfoque de *construir el conocimiento*, es decir,

lo ajustan para explicarlo a su audiencia potencial real a través del videotutorial; y en más de un tercio de la información adoptan un enfoque de *decir el conocimiento*, al transmitirlo a su audiencia con un bajo grado de elaboración. Cabe destacar aquí las limitaciones del uso de herramientas de detección de plagio, que en este estudio se han utilizado de forma exploratoria al contar con explicaciones de temas muy diversos que parten de las preguntas y de las fuentes que buscan los estudiantes. En el futuro, será necesario considerar otras formas para evaluar el grado de elaboración de las explicaciones, como la que utilizan Jacob, Lachner y Scheiter (2021). Estos autores proponen analizar el número de elaboraciones a partir de la identificación de ideas no mencionadas en el material de estudio, que los estudiantes presentan en forma de ejemplos, analogías o experiencias propias.

En el presente artículo, el análisis se ha centrado en el componente verbal de las explicaciones: la narración oral de los videotutoriales y el texto sobreimpreso que los estudiantes hubieran añadido en las imágenes. Sin embargo, la evaluación del grado de elaboración de las explicaciones en productos audiovisuales deberá considerar no solo el componente verbal de la explicación, sino también el componente visual y la relación entre ambos. Como señala Lemke (2002), el lenguaje de las palabras no es suficiente para expresar muchas de las ideas de la ciencia, y es por ello por lo que esta adopta un lenguaje que combina palabras, diagramas, imágenes, gráficas, mapas, ecuaciones, tablas y otras formas de expresión visual y matemática. Tanto el lenguaje escrito como los demás sistemas semióticos, que son culturalmente específicos y aprendidos socialmente, moldean nuestro pensamiento y, por consiguiente, nuestra forma de construir los conceptos científicos (Lemke, 2002; Pérez-Echeverría, Martí y Pozo, 2010; Vygotsky, 1978, 1995).

En cuanto al grado de complejidad de las preguntas de comprensión para la audiencia que los estudiantes añaden a lo largo de sus videotutoriales, los resultados muestran que la gran mayoría de preguntas –casi un 90%– se sitúan en el nivel inferior de la taxonomía revisada de Bloom: la categoría recordar, es decir, preguntas que solo requieren reconocer o recuperar la respuesta de la memoria. Este porcentaje es parecido al 94% encontrado por Barbour et al. (2009), pero superior al 61% identificado por Siko (2013). Estos autores analizaron 1885 y 1250 preguntas, respectivamente, fruto de proyectos en los que estudiantes de secundaria crearon e introdujeron preguntas en juegos hechos con PowerPoint, en ciencias sociales (Barbour et al., 2009) y en química ambiental (Siko, 2013). Curiosamente, solamente en Barbour et al. (2009) –que identificaron un 94% de preguntas en el nivel inferior– los estudiantes recibieron formación sobre la formulación de preguntas. En cambio, ni en el presente artículo ni en Siko (2013) –que obtuvo un porcentaje menor de preguntas del nivel inferior– los estudiantes no recibieron formación específica sobre cómo generar preguntas complejas. Aun así, cabe señalar que formular este tipo de preguntas –aunque sean del nivel inferior– puede ayudar a los estudiantes a identificar las ideas clave de su explicación. En cualquier caso, los altos porcentajes de preguntas de este nivel sugieren la necesidad de pensar cómo enseñar explícitamente a formular preguntas de niveles superiores, y cómo ofrecer apoyos durante su creación. Los autores también proponen mostrar

ejemplos variados de preguntas, ofrecer modelos y modelaje, e introducir espacios de evaluación y revisión de las preguntas, también con situaciones de evaluación entre iguales (Barbour et al., 2009; Siko, 2013; Yu y Yang, 2014).

En futuros estudios sobre el proyecto, u otras propuestas similares que consideren la creación de preguntas de comprensión de opción múltiple, se deberá poner el foco no solo en el nivel del enunciado de las preguntas, sino también en la elaboración de las opciones de respuesta –como hacen por ejemplo Tabach y Friedlander (2017) en matemáticas– y en la retroalimentación para la audiencia. En el caso de la retroalimentación, diversos estudios sugieren que hacer que los estudiantes elaboren comentarios para respuestas potenciales de la audiencia tiene beneficios en el uso de estrategias cognitivas y metacognitivas, en la calidad de las preguntas y en las habilidades de toma de perspectiva (Yu y Wu, 2020), así como en la motivación y las emociones académicas positivas (Yu et al., 2018). Zurcher et al. (2016) señalan que elaborar comentarios de retroalimentación ofrece la oportunidad de anticipar concepciones erróneas de la audiencia. Desde la perspectiva de *aprender enseñar* (Duran, 2014), el carácter interactivo de la actividad de elaborar preguntas y retroalimentación para la audiencia podría promover procesos de construcción del conocimiento. De este modo, se complementaría el carácter más expositivo del vídeo.

En resumen, este artículo presenta los primeros resultados del *Proyecto Bikos*, en el que parejas de estudiantes elaboran videotutoriales cooperativamente a partir de una pregunta sobre el mundo que ellos mismos se plantean. Estos resultados muestran mejoras significativas en el conocimiento específico del contenido, un grado suficiente de elaboración de las explicaciones aproximadamente en dos tercios de la información, y una gran mayoría de preguntas de comprensión orientadas a recordar ideas concretas de la explicación. Hay que poner en valor estos resultados, ya que señalan que los estudiantes fueron capaces de aprender sobre el contenido de sus preguntas al trabajar de forma cooperativa para buscar información y elaborarla –incluso cuando abordaban temas complejos– con el objetivo de crear un videotutorial. La variedad de temas que surgen en el proyecto –y la flexibilidad de la propuesta para ajustarse a cualquier temática– muestra el potencial de la intervención desde la perspectiva de la personalización del aprendizaje (Coll, 2018). En el futuro, sería interesante analizar en profundidad las concepciones erróneas que los estudiantes modifican o mantienen después de haber buscado información y de haber elaborado el videotutorial, para comprender mejor las potencialidades y limitaciones de este tipo de proyectos de indagación documental. Las tareas de indagación documental pueden complementarse muy bien con los proyectos de indagación experimental. De hecho, el planteamiento del *Proyecto Bikos* permitiría incluir también en el videotutorial la explicación de un experimento, o podría convertirse en el punto de partida para formular hipótesis de cara a un posterior trabajo experimental o de observación. En definitiva, ante la abrumadora cantidad de afirmaciones científicas que recibimos –y buscamos– a diario (Sinatra y Lombardi, 2020), resulta necesario generar situaciones en las que podamos enseñar a los estudiantes a evaluar y a comunicar ideas científicas. La creación de materiales didácticos por parte de los estudiantes –para que otros aprendan, pero también como mecanismo para su propio aprendizaje– puede ofrecer oportunidades de elaborar el conocimiento y de progresar hacia la alfabetización científica.

Referencias

- Anderson, L. W. y Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Barbour, M., Kromrei, H., McLaren, A., Toker, S., Mani, N. y Wilson, V. (2009). Testing an assumption of the potential of homemade PowerPoint games. En I. Gibson, R. Weber, K. McFerrin, R. Carlsen y D. Willis (Eds.), *Proceedings of SITE 2009: Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1381-1387). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Bargh, J. y Schul, Y. (1980). On the cognitive benefits of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 72(5), 593-604. <http://doi.org/10.1037/0022-0663.72.5.593>
- Bennett, J., Hogarth, S., Lubben, F., Campbell, B. y Robinson, A. (2010). Talking science: The research evidence on the use of small group discussions in science teaching. *International Journal of Science Education*, 32(1), 69-95. <https://doi.org/10.1080/09500690802713507>
- Benware, C. y Deci, E. (1984). Quality of learning with an active versus passive motivational set. *American Educational Research Journal*, 21(4), 755-765. <http://doi.org/10.3102/00028312021004755>
- Can, H. B. y Boz, Y. (2016). Structuring cooperative learning for motivation and conceptual change in the concepts of mixtures. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(4), 635-657. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9602-5>
- Coiro, J. (2011). Predicting reading comprehension on the Internet: Contributions of offline reading skills, online reading skills, and prior knowledge. *Journal of Literacy Research*, 43(4), 352-392. <https://doi.org/10.1177/1086296X11421979>
- Coiro, J. y Dobler, E. (2007). Exploring the online reading comprehension strategies used by sixth-grade skilled readers to search for and locate information on the Internet. *Reading Research Quarterly*, 42(2), 214-257. <http://doi.org/10.1598/RRQ.42.2.2>
- Coll, C. (2013). La educación formal en la nueva ecología del aprendizaje: Tendencias, retos y agenda de investigación. En J. L. Rodríguez (Comp.), *Aprendizaje y educación en la sociedad digital* (pp. 156-170). Universitat de Barcelona. <https://doi.org/10.1344/106.000002060>
- Coll, C. (2018). Procesos de aprendizaje generadores de sentido y estrategias de personalización. En C. Coll (Coord.), *La personalización del aprendizaje* (pp. 14-18). Graó.
- Coll, C. y Rodríguez, J. L. (2008). Alfabetización, nuevas alfabetizaciones y alfabetización digital: Las TIC en el currículum escolar. En C. Coll y C. Monereo (Eds.), *Psicología de la educación virtual* (pp. 325-347). Morata.
- Colley, C. y Windschitl, M. (2016). Rigor in elementary science students' discourse: The role of responsiveness and supportive conditions for talk. *Science Education*, 100(6), 1009-1038. <https://doi.org/10.1002/sce.21243>
- Collins, A. y Halverson, R. (2010). The second educational revolution: Rethinking education in the age of technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26, 18-27. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00339.x>
- De la Hera, D. P., Sigman, M. y Calero, C. I. (2019). Social interaction and conceptual change pave the way away from children's misconceptions about the Earth. *NPJ Science of Learning*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41539-019-0051-3>
- Downie, J., Morton, J. A. y McCoustra, M. R. (2017). Bright lights: Big experiments! A public engagement activity for international year of light. *Physics Education*, 52(1), Article 015005.
- Duran, D. (2014). *Aprenseñar: Evidencias e implicaciones educativas de aprender enseñando*. Narcea.
- Duran, D. (2017). Learning-by-teaching: Evidence and implications as a pedagogical mechanism. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(5), 476-484. <http://doi.org/10.1080/14703297.2016.1156011>
- Durán-García, M. E. y Durán-Aponte, E. E. (2013). La termodinámica en los estudiantes de tecnología: Una experiencia de aprendizaje cooperativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 45-59. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.614>

- Eymur, G. y Geban, Ö. (2017). The collaboration of cooperative learning and conceptual change: Enhancing the students' understanding of chemical bonding concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 853-871. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9716-z>
- Farrokhnia, M., Meulenbroeks, R. F. y van Joolingen, W. R. (2020). Student-generated stop-motion animation in science classes: A systematic literature review. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 797-812. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09857-1>
- Fernández-Enguita, M. (2017). *Más escuela y menos aula*. Morata.
- Fiorella, L. y Mayer, R. E. (2014). Role of expectations and explanations in learning by teaching. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 75-85. <http://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.01.001>
- Freire, P. y Faundez, A. (2010). *Per una pedagogia de la pregunta*. (V. Berenguer y C. Berenguer, Trad.). Edicions del Crei i Denes Editorial. (Obra original publicada en 1985)
- Furberg, A. y Arnseth, H. C. (2009). Reconsidering conceptual change from a socio-cultural perspective: Analyzing students' meaning making in genetics in collaborative learning activities. *Cultural Studies of Science Education*, 4(1), 157-191. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9161-6>
- Gallardo-Williams, M., Morsch, L. A., Paye, C. y Seery, M. K. (2020). Student-generated video in chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 488-495. <https://doi.org/10.1039/C9RP00182D>
- Decreto 119/2015, de 23 de junio, de ordenación de las enseñanzas de la educación primaria. *Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya (DOGC)*, Núm. 6900. Departament d'Ensenyament, Generalitat de Catalunya. <https://bit.ly/3AVs9hf>
- Goldman, S. R., Braasch, J. L., Wiley, J., Graesser, A. C. y Brodowinska, K. (2012). Comprehending and learning from Internet sources: Processing patterns of better and poorer learners. *Reading Research Quarterly*, 47(4), 356-381. <https://doi.org/10.1002/RRQ.027>
- Hoogerheide, V., Visser, J., Lachner, A. y van Gog, T. (2019). Generating an instructional video as homework activity is both effective and enjoyable. *Learning and Instruction*, 64, Article 101226. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101226>
- Howard, S. K. (2013). Risk-aversion: Understanding teachers' resistance to technology integration. *Technology, Pedagogy and Education*, 22(3), 357-372. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2013.802995>
- Iilomäki, L., Paavola, S., Lakkala, M. y Kantosalo, A. (2016). Digital competence: An emergent boundary concept for policy and educational research. *Education and Information Technologies*, 21(3), 655-679. <https://doi.org/10.1007/s10639-014-9346-4>
- Jablonski, D., Hoban, G. F., Ransom, H. S. y Ward, K. S. (2015). Exploring the use of "slowmotion" as a pedagogical alternative in science teaching and learning. *Pacific-Asian Education*, 27(1), 5-20.
- Jacob, L., Lachner, A. y Scheiter, K. (2021). Does increasing social presence enhance the effectiveness of writing explanations? *PLoS ONE*, 16(4), e0250406. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250406>
- Knight, S. y Mercer, N. (2015). The role of exploratory talk in classroom search engine tasks. *Technology, Pedagogy and Education*, 24(3), 303-319. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2014.931884>
- Kobayashi, K. (2019). Learning by preparing- to- teach and teaching: A meta- analysis. *Japanese Psychological Research*, 61(3), 192-203. <https://doi.org/10.1111/jpr.12221>
- Lemke, J. L. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: Palabras, símbolos, imágenes y acciones. En M. Benlloch (Comp.), *La educación en ciencias: Ideas para mejorar su práctica*. Paidós.
- Lin, J. W., Yen, M. H., Liang, J., Chiu, M. H. y Guo, C. J. (2016). Examining the factors that influence students' science learning processes and their learning outcomes: 30 years of conceptual change research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(9), 2617-2646. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.000600a>

- Lin, S. W., Liu, Y., Chen, S. F., Wang, J. R. y Kao, H. L. (2016). Elementary school students' science talk ability in inquiry-oriented settings in Taiwan: Test development, verification, and performance benchmarks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(7), 1199-1214. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9663-0>
- Lin, T. J., Lin, T. C., Potvin, P. y Tsai, C. C. (2019). Research trends in science education from 2013 to 2017: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 41(3), 367-387. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1550274>
- Macedo-Rouet, M., Braasch, J. L., Britt, M. A. y Rouet, J. F. (2013). Teaching fourth and fifth graders to evaluate information sources during text comprehension. *Cognition and Instruction*, 31(2), 204-226. <https://doi.org/10.1080/07370008.2013.769995>
- Mason, L. y Zaccoletti, S. (2021). Inhibition and conceptual learning in science: A review of studies. *Educational Psychology Review*, 33, 181-212. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09529-x>
- Mercer, N. (2001). *Palabras y mentes: Cómo usamos el lenguaje para pensar juntos*. (G. Sánchez-Barberán, Trad.). Paidós. (Obra original publicada en 2000)
- Mills, R., Tomas, L. y Lewthwaite, B. (2019). The impact of student-constructed animation on middle school students' learning about plate tectonics. *Journal of Science Education and Technology*, 28(2), 165-177. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9755-z>
- Monereo, C. y Fuentes, M. (2008). La enseñanza y el aprendizaje de estrategias de búsqueda y selección de la información en entornos virtuales. En C. Coll y C. Monereo (Eds.), *Psicología de la educación virtual* (pp. 386-408). Morata.
- Muis, K. R., Psaradellis, C., Chevrier, M., Di Leo, I. y Lajoie, S. P. (2016). Learning by preparing to teach: Fostering self-regulatory processes and achievement during complex mathematics problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 474-492. <http://doi.org/10.1037/edu0000071>
- OCDE (2017, Febrero). How does PISA for development measure scientific literacy? *PISA for Development Brief 2017/2*. <https://www.oecd.org/pisa/pisa-for-development/10-How-PISA-D-measures-science-literacy.pdf>
- Ødegaard, M., Arnesen, N. E. y Klette, K. (2016). Talk and use of language in the science classroom: Characteristic features. En K. Klette, O. K. Bergem y A. Roe (Eds.), *Teaching and Learning in Lower Secondary Schools in the Era of PISA and TIMSS* (pp. 101-112). Springer.
- Pavón, F. y Martínez-Aznar, M. M. (2014). La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): Una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en estudiantes que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 469-492. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1290>
- Penttilä, J., Kallunki, V., Niemi, H. M. y Multisilta, J. (2016). A structured inquiry into a digital story: Students report the making of a superball. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 8(3), 19-34. <http://doi.org/10.4018/IJMBL.2016070102>
- Perales, F. J. y Vilchez, J. M. (2015). Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: El papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 243-262. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1484>
- Pérez-Echeverría, M., Martí, E. y Pozo, J. I. (2010). Los sistemas externos de representación como herramientas de la mente. *Cultura y Educación*, 22(2), 133-147. <https://doi.org/10.1174/113564010791304519>
- Petko, D. (2012). Teachers' pedagogical beliefs and their use of digital media in classrooms: Sharpening the focus of the 'will, skill, tool' model and integrating teachers' constructivist orientations. *Computers & Education*, 58(4), 1351-1359. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.013>
- Pozo, J. I. (2014). *Psicología del aprendizaje humano: Adquisición de conocimiento y cambio personal*. Morata.
- Reigosa, C. y Jiménez, M. P. (2011). Formas de actuar de los estudiantes de laboratorio para la fundamentación de afirmaciones y propuestas de acción. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 23-34. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n1.128>

- Reyna, J. y Meier, P. (2018). Learner-generated digital media (LGDM) as an assessment tool in tertiary science education: A review of literature. *IAFOR Journal of Education*, 6(3), 93-109. <https://doi.org/10.22492/ije.6.3.06>
- Ribosa, J. y Duran, D. (2021). *Student-generated teaching materials: A scoping review mapping the research field* [Manuscrito presentado para su publicación]. Departamento de Psicología Básica, Evolutiva y de la Educación, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Rosa, D. y Martínez-Aznar, M. M. (2019). Resolución de problemas abiertos en ecología para la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 25-42. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2541>
- Roscoe, R. y Chi, M. (2007). Understanding tutor learning: Knowledge-building and knowledge-telling in peer tutors' explanations and questions. *Review of Educational Research*, 77(4), 534-574. <https://doi.org/10.3102/0034654307309920>
- Siko, J. P. (2013). Are they climbing the pyramid? Rating student-generated questions in a game design project. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 39(1), 1-14. <https://doi.org/10.21432/t26k5m>
- Sinatra, G. M. y Hofer, B. K. (2016). Public understanding of science: Policy and educational implications. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 245-253. <https://doi.org/10.1177/2372732216656870>
- Sinatra, G. M. y Lombardi, D. (2020). Evaluating sources of scientific evidence and claims in the post-truth era may require reappraising plausibility judgments. *Educational Psychologist*, 55(3), 120-131. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1730181>
- Snelson, C. (2018). Video production in content-area pedagogy: A scoping study of the research literature. *Learning, Media and Technology*, 43(3), 294-306. <http://doi.org/10.1080/17439884.2018.1504788>
- Soto, M. (2015). Elementary students' mathematical explanations and attention to audience with screencasts. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(4), 242-258. <http://doi.org/10.1080/15391523.2015.1078190>
- Tabach, M. y Friedlander, A. (2017). Algebraic procedures and creative thinking. *ZDM*, 49(1), 53-63. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0803-y>
- Topping, K., Buchs, C., Duran, D. y Van Keer, H. (2017). *Effective peer learning: From principles to practical implementation*. Routledge.
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja-Roblin, N., Tondeur, J. y van Braak, J. (2013). *Technological pedagogical content knowledge: A review of the literature*. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109-121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. (A. R. Luria, M. López-Morillas, M. Cole y J. V. Wertsch, Trad.). Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. (M. M. Rotger, Trad.). Fausto. (Obra original publicada en 1934)
- Webb, M. y Cox, M. (2004). A review of pedagogy related to information and communications technology. *Technology, Pedagogy and Education*, 13(3), 235-286. <https://doi.org/10.1080/14759390400200183>
- Yeung, K. L., Carpenter, S. K. y Corral, D. (2021). A comprehensive review of educational technology on objective learning outcomes in academic contexts. *Educational Psychology Review*. Publicación avanzada en línea. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09592-4>
- Yu, F. Y. y Wu, W. S. (2020). Effects of student-generated feedback corresponding to answers to online student-generated questions on learning: What, why, and how? *Computers and Education*, 145, Article 103723. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103723>
- Yu, F. Y., Wu, W. S. y Huang, H. C. (2018). Promoting middle school students' learning motivation and academic emotions via student-created feedback for online student-created multiple-choice questions. *Asia-Pacific Education Researcher*, 27(5), 395-408. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0398-x>

- Yu, F. Y. y Yang, Y. T. (2014). To see or not to see: Effects of online access to peer-generated questions on performance. *Journal of Educational Technology and Society*, 17(3), 27-39.
- Zhang, M. y Quintana, C. (2012). Scaffolding strategies for supporting middle school students' online inquiry processes. *Computers & Education*, 58(1), 181-196. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.010>
- Zhu, Z., Bernhard, D. y Gurevych (2009). *A multi-dimensional model for assessing the quality of answers in social QyAsites* (Informe núm. TUD-CS-2009-0158). Technische Universität Darmstadt. https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/1940/1/TR_dimension_model.pdf
- Zurcher, D. M., Phadke, S., Coppola, B. P. y McNeil, A. J. (2016). Using student-generated instructional materials in an e-homework platform. *Journal of Chemical Education*, 93(11), 1871-1878. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00384>

Cómo citar en APA:

Ribosa, J. y Duran, D. (2021). Cuando la curiosidad científica se transforma en un videotutorial para aprender enseñando: conocimiento del contenido, elaboración de las explicaciones y complejidad de las preguntas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 85-101. <https://doi.org/10.35362/rie8724572>

La educación científica rural en la modalidad *m-learning* y su afectación en la pandemia de la covid-19

Carlos Enrique Rodríguez-Sarmiento ¹ 

¹ Universidad de Santander (UDES), Colombia

Resumen. Desde un aporte científico, social y educativo, este artículo muestra el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia física con el modelo *m-learning*, además, reflexiona sobre las repercusiones que conlleva la aplicación del modelo educativo durante la pandemia en los estudiantes de secundaria de un colegio público rural de Colombia en dos facetas.

En la primera faceta se evidencia que con el *m-learning* desde un enfoque constructivista, se está llevando la física con efectividad al lugar donde están los estudiantes, contribuyendo con su posibilidad de aislamiento social a que la covid-19 sea contenida. En la ruralidad, el teléfono móvil inteligente y la aplicación WhatsApp se destacan por su portabilidad y ventajas económicas.

En la segunda faceta mediante una encuesta virtual se aplica un instrumento de cuatro escalas que miden el ambiente familiar, el ciberacoso, la satisfacción del estudiante y la disposición hacia el estudio. Se encuentra que la disposición para el estudio es explicada por el clima familiar (24%) y por la satisfacción del servicio educativo (51%). La evidencia sugiere que la población estudiantil está siendo afectada con el *m-learning* en la pandemia repercutiendo en la disposición hacia el estudio, por lo que la educación en el sector rural estaría involucionando.

Palabras clave: aprendizaje móvil; covid-19; ambiente familiar; ciberacoso; satisfacción del estudiante; disposición hacia el estudio.

A educação científica rural na modalidade de m-learning e o seu impacto na pandemia covid-19

Resumo. A partir de uma contribuição científica, social e educacional, este artigo mostra o processo ensino-aprendizagem das ciências físicas com o modelo M-Learning, e reflete também sobre as repercussões da aplicação do modelo educacional durante a pandemia em estudantes do ensino secundário numa escola pública rural na Colômbia, em duas facetas.

A primeira faceta mostra que o *m-learning*, a partir de uma abordagem construtivista, está efetivamente a levar a física para o local onde os estudantes se encontram, contribuindo com a sua possibilidade de isolamento social para a contenção da covid-19. Nas zonas rurais, o smartphone e a aplicação WhatsApp destacam-se pela sua portabilidade e vantagens económicas.

Na segunda faceta, através de um inquérito virtual, é aplicado um instrumento com quatro escalas que mede o ambiente familiar, cyberbullying, satisfação dos estudantes e vontade de estudar. A vontade de estudar é explicada pelo clima familiar (24%) e pela satisfação com o serviço educativo (51%). As evidências sugerem que a população estudantil está a ser afectada pela *m-learning* na pandemia, afectando a vontade de estudar, de modo que a educação no sector rural seria involuntária.

Palavras-chave: aprendizagem móvel; covid-19; ambiente familiar; cyberbullying; satisfação do estudante; vontade de estudar.

Rural science education in the m-learning modality and its impact on the covid-19 pandemic

Abstract. From a scientific, social and educational contribution, this article shows the teaching-learning process of physical science with the *m-learning* model, in addition, it reflects on the repercussions of the application of the educational model during the pandemic in high school students of a rural public school in Colombia in two facets.

In the first facet it is evidenced that with *m-learning* from a constructivist approach, physics is being effectively taken to the place where the students are, contributing with its possibility of social isolation to Covid-19 being contained. In rurality, the smart cell phone and the WhatsApp application stand out for their portability and economic advantages.

In the second facet by means of a virtual survey, an instrument of four scales measuring family environment, cyberbullying, student satisfaction and disposition towards study is applied. It is found that willingness to study is explained by family climate (24%) and satisfaction with the educational service (51%). The evidence suggests that the student population is being affected by *m-learning* in the pandemic, affecting the willingness to study, so that education in the rural sector would be involuted.

Keywords: *m-learning*; covid-19; family environment; cyberbullying; student satisfaction; disposition toward study.

1. Introducción

El trabajo aborda un tema educativo de interés y actualidad, el aprendizaje móvil (*m-learning*) para la enseñanza de la Física en una zona rural del departamento de Santander - Colombia, a cuyo alumnado se debe llegar a través de los teléfonos móviles debido al cierre de la enseñanza presencial derivado de la situación de pandemia por la covid-19. Para desarrollar esos procesos de enseñanza-aprendizaje se implementan secuencias didácticas orientadas a través de WhatsApp, analizando, además, en qué medida el alumnado se siente motivado/comprometido con su aprendizaje en estas circunstancias.

El problema consiste en la necesidad de implementar con efectividad el Aprendizaje Móvil como estrategia educativa para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia física en casa, para contribuir con el aislamiento social por la covid 19 en el sector rural, además, solventar la necesidad de determinar si el nuevo modelo educativo está afectando el bienestar de los estudiantes y si esta afectación repercute en la disposición de los discentes hacia el estudio.



Figura 1. Planteamiento del problema
Fuente: elaboración propia.

Al poner en marcha el *m-learning* surgen las preguntas. ¿La implementación del modelo educativo *m-learning* en el colegio rural como contingencia por la pandemia de la covid-19 es efectiva para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia física? ¿Contribuye a reducir las interacciones físicas?, además, ¿Afecta el nuevo modelo educativo el bienestar de los estudiantes? ¿Repercute en la disposición de los discentes hacia el estudio?

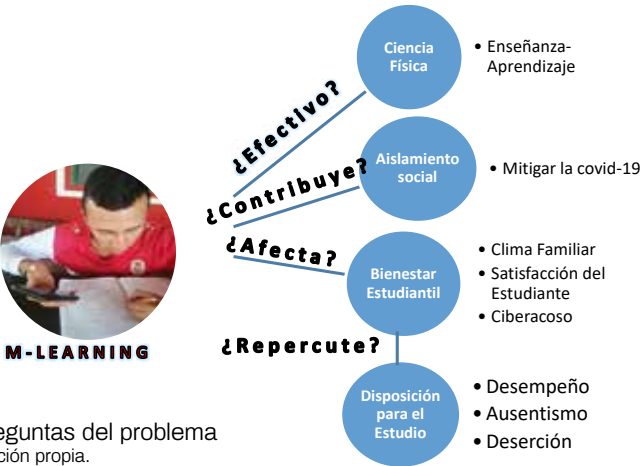


Figura 2. Preguntas del problema
Fuente: elaboración propia.

La primera faceta de la investigación presenta la aplicación de una estrategia educativa con el uso de las TIC para el sector rural, es así, que se implementa el modelo educativo *m-learning* como estrategia de contingencia por el covid-19. En ese sentido, el documento presenta las experiencias de la práctica docente con la estrategia educativa *m-learning*, que es la educación virtual con máxima portabilidad, interactividad y conectividad. Se trata de la integración del *e-learning* (sistema de enseñanza y aprendizaje a través de redes digitales) con los dispositivos móviles de comunicación, alcanzando experiencias educativas ubicuas.

El uso del teléfono móvil ofrece varias ventajas: un menor costo de adquisición, una menor exigencia de competencias digitales, como también la posibilidad de superar la barrera de la falta de acceso al servicio de energía eléctrica (Katz y Callorda, 2013). Por las características geográficas la portabilidad es fundamental en el contexto rural, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2013) se refiere a su importancia cuando afirma que gracias a su facilidad para el transporte, los dispositivos móviles ofrecen la posibilidad de realizar diversas tareas, en particular aquellas relacionadas con la comunicación y el aprendizaje desde zonas apartadas.

WhatsApp es la aplicación de mensajería instantánea más popular del mundo. Usarla en educación, abre paso a novedosas metodologías como *m-learning* o *b-learning* y brinda una estrecha relación con lenguajes audiovisuales que la escuela hasta ahora no había logrado, permitiendo la creación de entornos virtuales de aprendizaje tanto *online* como *offline*, además, favorece la adquisición de las competencias tecnológicas (las llamadas e-competencias) fundamentales tanto en el terreno educativo como en el laboral. Reconocer las potencialidades educativas con la apropiación social de la web 2.0 desde la aplicación de mensajería instantánea WhatsApp, es también reconocer su aceptación y expansión.

Por sus ventajas el modelo *m-learning* ya se ha estado implementando en la región, Lugo et al. (2016) indican que al igual que en otras regiones del mundo, los países de América Latina han comenzado a implementar algunas alternativas del modelo de aprendizaje móvil centradas en la utilización de teléfonos inteligentes.

La segunda faceta de investigación, presenta un alcance descriptivo-causal. En esta faceta se desarrolla una investigación científica-social con enfoque educativo del impacto que ha tenido la implementación de la estrategia educativa *m-learning* durante la pandemia en la población estudiantil, que por su contexto es considerada vulnerable, y la repercusión de esa afectación en la educación. La necesidad se evidencia en el diagnóstico inicial donde se observa una indisposición hacia el estudio sin antecedentes para la región, se diligencia el diario de campo virtual con observaciones directas y una participación activa del autor por su condición de docente. Se quiere esclarecer la situación para luego poder brindar soluciones que mejoren los problemas existentes.

Esta propuesta supone considerar que en la educación no se debe tener en cuenta sólo lo académico. Es importante observar los marcos de referencia necesarios para posibilitar el desarrollo personal y social para así alcanzar las metas educativas. Se obtiene de la revisión de literatura, tres variables del bienestar estudiantil pertinentes, además, emerge una cuarta variable que es explicada por el bienestar estudiantil y está intrínsecamente relacionada con el aprendizaje. Para entender la

dinámica de afectación se miden las correlaciones entre las variables del bienestar estudiantil: ambiente familiar, satisfacción de los estudiantes y victimización en la red, para luego, develar las posibles relaciones de causalidad de estas variables con la disposición hacia el estudio que es según lo que se observa, la variable donde desembocan los problemas del bienestar estudiantil. En otras palabras, la hipótesis de investigación expone: que si se está viendo afectada la disposición hacia el estudio, es el resultado de la afectación de las variables del bienestar estudiantil. El indicador de logro es entonces: la determinación de la existencia o no de las correlaciones entre las variables del bienestar estudiantil y las relaciones de causa entre estas y la disposición para el estudio.

El ambiente familiar en el m-learning. Los procesos para medir el ambiente escolar están naturalmente focalizados en el campus educativo, con el cambio de modelo se re-direcciona el enfoque hacia la familia. La afectación de uno de los renglones más sensibles del bienestar estudiantil como lo es el clima familiar es determinante en la disminución de la probabilidad de éxito escolar, más ahora que también corresponde al clima escolar explica la indisposición de los estudiantes. El clima familiar es abordado por Mendoza (2012) el cual asevera que la familia es un sistema complejo que contiene factores positivos y negativos que influyen al adolescente y pueden condicionar la deserción escolar. Sánchez (2015) corrobora la relación entre los diferentes aspectos de la familia con el rendimiento escolar. Correa (2018) comprueba la relación entre el funcionamiento familiar y la disposición para el estudio.

Es apropiado entonces para esta investigación medir el clima familiar en sus interrelaciones. El ambiente familiar y escolar es trascendental en el bienestar de los estudiantes, a lo que el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2011) refiere que los adolescentes consideran importante desarrollar un sentido de aceptación y pertenencia de un grupo social.

El ambiente familiar está fuertemente ligado con los derechos fundamentales de los niños y adolescentes, en el sentido en que todo niño tiene derecho a un ambiente familiar seguro y pacífico, que en este tiempo de estudio desde casa promueva el aprendizaje y que todos los hijos puedan sentirse respetados, incluidos social y emocionalmente, además, se espera que tengan éxito escolar como parte de su proyecto de vida. La institución educativa desde el proyecto de bienestar institucional y toda la comunidad en general, deben trabajar juntos para fomentar y resguardar los derechos de los niños, niñas y adolescentes, apoyando a las familias en la búsqueda de su bienestar.

El cambio de modelo educativo afecta el clima familiar y su reacción no se hace esperar. En redes sociales las familias exteriorizan sus temores con la educación desde casa, memes por doquier donde se comenta con frases como “yo con quinto de primaria como le puedo ayudar a mi hijo que va en séptimo”. Lo importante en el acompañamiento de las familias en el desarrollo de las actividades estudiantiles, es ayudar en la identificación de los errores y la supervisión. Puede ser que algunas veces las familias no puedan solucionar el error, pero les pueden ayudar a descubrir hasta donde han llegado y por qué se están equivocando para que con la revisión del grupo de WhatsApp, el repaso de los apuntes, la búsqueda de información y la orientación

más personalizada del docente, se pueda superar ese error. La supervisión continua contribuye a forjar la autorregulación y que los discentes no sucumban ante la oferta distractora que presenta la internet.

En el proceso de aprendizaje, el identificar el error y superarlo es un avance significativo para alcanzar la competencia. De un fracaso se puede aprender, pero de un error se puede aprender mucho más, y es que por los intentos fallidos en los que se ha procedido de forma sólida, se han alcanzado muchos avances para la humanidad, además, nuestra capacidad de resiliencia se fortalece. “Profe yo no entiendo”, esa pregunta no es consecuenta a un estudiante que con su familia a tratado de desarrollar adecuadamente una actividad, la pregunta al docente debe ser puntual “profesor estoy cometiendo este error” y es ahí, donde se muestra una familia que verdaderamente ha acompañado al estudiante en su proceso de aprendizaje. Hay que disfrutar aprendiendo y esa felicidad debe brillar en el desarrollo de las actividades científicas desde casa en familia.

Ciberacoso en el *m-learning*. El empleo de WhatsApp no está exento de problemas éticos y de seguridad como el *cyberbullying*, *grooming*, *sexting*, *phishing* o los casos de suplantación de identidad, que afectan de manera sustancial el bienestar estudiantil. Esta afectación puede repercutir en indisposición hacia el estudio, se observa la pertinencia de la variable para esta investigación. Como una reacción a esta nueva realidad surge la infoética, que se emplea para referirse a los problemas éticos que está generando la sociedad de la información.

En un estudio sobre acoso escolar y clima familiar, Paredes (2016) estableció la existencia de una relación entre ambas variables. Su muestra estuvo conformada por adolescentes de edades entre 13 y 16 años en Perú.

El *cyberbullying* o ciberacoso escolar, es acoso escolar pero a través de internet y la UNICEF (2016) genera una alerta mundial al anunciar que ya se encuentra muy extendido, según su informe Poniendo fin al tormento: Abordando el acoso escolar desde el patio de la escuela hasta el ciberespacio; en el que participaron más de 100.000 niños y jóvenes de todo el mundo, se ilustra esta realidad con los siguientes datos:

Nueve de cada diez encuestados consideró que el ciberacoso escolar es un problema importante; dos tercios informaron haber sido víctimas; y un tercio creía que era normal y por lo tanto no se lo dijo a nadie, mientras que la mayoría no sabían a quién decirle o tenían miedo de hacerlo. Se detectó que el hostigar verbalmente es lo más frecuente y se evidencia, aún más, en las redes sociales y los grupos de WhatsApp. (Prefacio, p.v).

Calidad y satisfacción en la educación con el *m-learning*. La calidad del servicio educativo es subjetiva y representa satisfacción para el que lo recibe, por lo que en esta investigación para conocer la calidad del servicio educativo, se evalúa la satisfacción que representa este servicio para los estudiantes. Un estudiante aburrido es un estudiante insatisfecho con el servicio educativo, por esto, es importante reconocer que la satisfacción por el servicio educativo es un factor del ámbito escolar que influye en la percepción subjetiva de su propio bienestar. Al mismo tiempo, la satisfacción del estudiante influencia significativamente su disposición para estudiar. Se observa la pertinencia de la variable para este estudio.

Lo competente que es un estudiante es un producto, se puede evaluar la calidad de ese producto de manera objetiva por ejemplo con la prueba SABER 11 para el caso de Colombia, pero la educación es un servicio no un producto. El servicio de educación es un concepto amplio que contiene intrínsecamente su efectividad y otros elementos que lo construyen para que su resultado sea integral. La educación entonces se debe abordar como un servicio, según Oliva y Pinzón (2012) la calidad de los productos puede ser más fácilmente medible que la de los servicios.

En los resultados obtenidos por Fernández (2017) indica que la calidad percibida influencia la satisfacción del estudiante y que las competencias del docente tienen repercusión en la satisfacción del discente en la escuela. El docente no se debe conformar con hacer lo mismo que ha hecho siempre, ahora desde una herramienta digital, sino que debe innovar, debe cautivar al estudiante para que el saber se adquiera con mayor naturalidad por este nativo digital. Al respecto Fonseca (2009) argumenta que: "Lo que vemos es que las prácticas presenciales se llevan a dichos ambientes sin mayor éxito, idéntica situación a la que vivieron los periódicos que migraron a la red y hacían visible la misma edición impresa sin mayores valores agregados" (p.4).

Por el estado de emergencia que se declaró a causa de la pandemia, los directivos de la educación envían instrucciones a las instituciones educativas de básica y media para incorporar una flexibilización en el proceso de evaluación, situación que conlleva a una respuesta atípica en los resultados académicos. Este hecho es interpretado por los estudiantes como un bajón de calidad, entienden que las instituciones no están en capacidad de hacer lo que es necesario, y por lo tanto, se recurre a la flexibilización.

Si el servicio educativo no satisface al estudiante desde su calidad, el efecto inmediato es que se aburre, luego se indispone, a mediano plazo deja de asistir a clases, para terminar como un desertor del sistema educativo. El servicio educativo no llena sus expectativas y deserta. Estos estudiantes insatisfechos, en el caso de que logren ser retenidos con chantajes o promesas, mantienen un alto ausentismo con una importante probabilidad de fracaso escolar. La situación también se puede mejorar con un seguimiento cercano interdisciplinario que trabaje en su proyecto de vida.

Disposición para el estudio en el m-learning. Cada vez cobra mayor importancia considerar el aprendizaje desde la perspectiva del estudiante, que es quien da significado y sentido a la información que procesa y es el que decide lo que quiere aprender, así como la manera de hacerlo. La variable disposición hacia el estudio involucra aspectos sencillos de índole afectivo y personal que intervienen en la regulación de la conducta dirigida hacia el estudio. Núñez (2009) señala que para aprender algo nuevo se requiere disposición. Como se ha dicho, la disposición hacia el estudio depende del bienestar estudiantil y al mismo tiempo, se relaciona intrínsecamente con el aprendizaje. Se observa el sentido y pertinencia para el análisis en la investigación.

Avena y Rivera (2013) encontraron una correlación significativa de 0,195 entre el funcionamiento familiar con una de las dimensiones de la disposición para el estudio como es la motivación escolar en estudiantes de secundaria mexicanos. Fernández (2017) encontró que la satisfacción del estudiante influencia significativamente su motivación y que la motivación del estudiante influencia las intenciones de graduación disminuyendo la deserción.

Según Panimboza (2017) el *bullying* o acoso escolar es un factor para la apatía escolar, disminuir y controlar el ciberacoso logra impulsar el aprendizaje en los adolescentes y mejorar su rendimiento.

La apatía puede impedir que se desarrollen las habilidades cognitivas de los estudiantes, más aun en el modelo de aprendizaje *m-learning* donde el autoaprendizaje es un factor fundamental, se requiere de una autorregulación académica. Según Baumert et al. (1999) el aprendizaje autorregulado se entiende como la capacidad de desarrollar conocimiento, habilidades y actitudes que facilitan el conocimiento a futuro. Es indispensable entonces, desarrollar un metaaprendizaje de antemano. Birenbaum (2002) expresa que el aprendizaje autodirigido implica la capacidad de asimilar nuevo conocimiento y aplicarlo en la solución de problemas, la habilidad para pensar críticamente y poner en funcionamiento la autoevaluación, así como comunicarse y colaborar con otros. Como se ha observado, en el aprendizaje autónomo los alumnos son metacognitivamente, motivacionalmente y conductualmente activos en su aprendizaje. Chiappe y Romero (2018) comprobaron la falta de autodisciplina para usar los dispositivos de comunicación en actividades académicas.

2. Métodos y materiales

Diseño metodológico. En la primera faceta la investigación es aplicada, se presentan reflexiones y experiencias de la práctica docente en el *m-learning* con énfasis en la ciencia física. Para la segunda faceta la investigación es científica-social con enfoque educativo, cualitativa y no experimental. El diseño es transeccional. La hipótesis es descriptivo-causal. Se tiene la posibilidad de definir las variables independientes y la dependiente. La hipótesis es estadística, es decir, concreta y operativa. La muestra es representativa de la población. El proceso de recolección, procesamiento y análisis de datos se desarrolla desde el paradigma cuantitativo. Los instrumentos para la recolección de datos son: el diario de campo virtual y la encuesta virtual. Se hace uso de cuatro pruebas validadas para el tipo de población. El análisis de resultados se direcciona con prioridad de peso causal prospectivo. (Hernández et al., 2010).

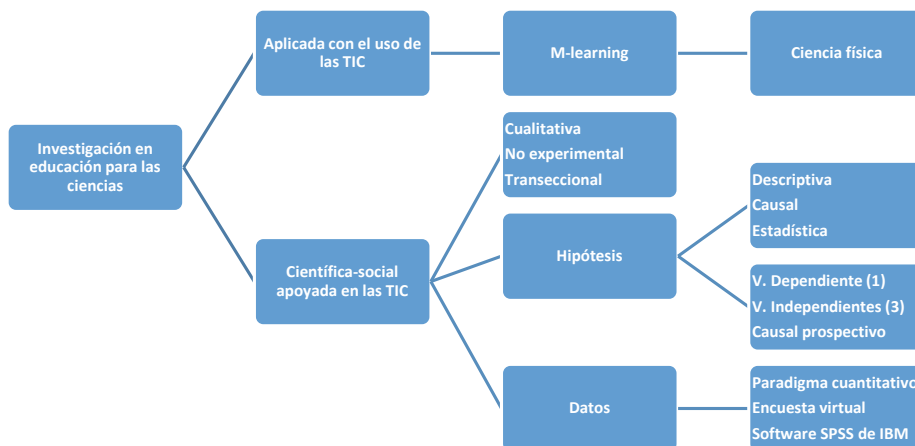


Figura 3. Diseño Metodológico

Fuente: elaboración propia.

Instrumentos de medida. La Escala de Clima Familiar (FES). La escala dicotómica fue creada por Moos y Moos (1981). Es una escala estandarizada para adolescentes de secundaria por Ruiz y Guerra (1993) en Lima, Perú. La dimensión Relaciones que es la que se usa para esta investigación, evalúa el grado de comunicación y libre expresión dentro de la familia así como el grado de interacción conflictiva, tiene 27 reactivos en total con tres sub-escalas (cohesión, expresividad y conflicto).

La Escala de Victimización entre Adolescentes a través del Teléfono Móvil y de Internet (CYB-VIC). Utiliza una escala tipo Likert desarrollada por Buelga et al. (2012), se accede a la versión abreviada de 7 reactivos validada por Gálvez-Nieto et al. (2016) en Chile. La escala mide el acoso experimentado a través del teléfono móvil y de internet durante el último año. Los cálculos se desarrollan con los datos transformados, hecho que es significativo para el sentido de las respuestas, se debe hablar ahora de una escala que mide no la percepción de victimización por el *cyber-bullying* sino la sensación de seguridad en la red.

La Escala de Satisfacción del Discente (ISC). Se empleó el cuestionario de Satisfacción Intrínseca con la escuela, del Intrinsic Satisfaction Classroom Scale (ISC) Nicholls et al. (1985). Este instrumento tipo Likert, presenta ocho ítems que miden el grado de satisfacción con la escuela, con dos subescalas, que miden la satisfacción/diversión y el aburrimiento.

La Escala de Disposición hacia el Estudio. El constructo fue propuesto por Escobedo et al. (2011) para estudiantes del sur de México. Mide y diagnóstica la disposición hacia el estudio de alumnos de educación secundaria. El constructo contiene 19 preguntas, con escala tipo Likert. Las dimensiones que se desarrollan son: motivación intrínseca hacia el estudio, compromiso con la tarea, autorregulación y adaptación.

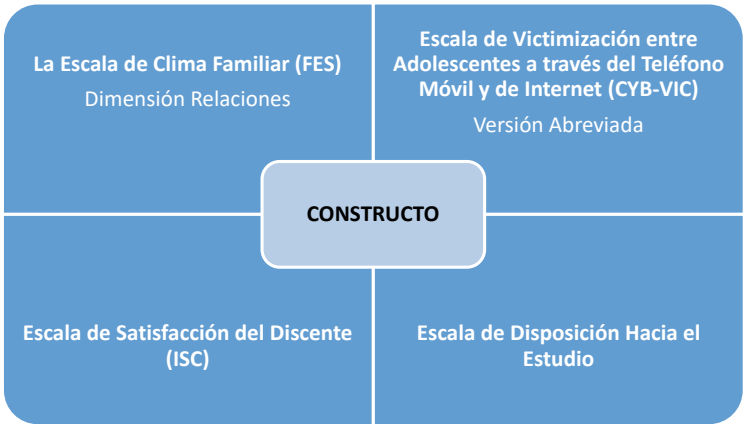


Figura 4. Instrumento para la recolección de datos
Fuente: Elaboración propia.

Población y muestra. La población objeto de estudio son los 464 estudiantes de secundaria del colegio público rural. El marco muestral cuenta con representación de todos los grupos de la población y su tamaño es de 450 estudiantes. Para determinar el tamaño de la muestra, en esta investigación se establece un nivel de confianza del

95%, con un margen de error del 8% bajo el supuesto de máxima indeterminación $p=q=50\%$. Según los cálculos, se decide seleccionar una unidad de análisis de 116 casos. La muestra corresponde al 25% de la población y al 25,8% del marco muestral. Por la pandemia la selección de la muestra se desarrolla a conveniencia y guiada, asegurando la representación de todos los grupos poblacionales. La encuesta se desarrolla con el software de formularios de google.

3. Resultados

Faceta 1. La experiencia significativa de la práctica docente desde el constructivismo acude a desarrollos con los que los alumnos se comprometen activamente mediante interacción social. Esto posibilita que el estudiante pase de ser una persona pasiva, a un sujeto activo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, apoyado por un docente que cumple el rol de guía. Claramente el uso de las TIC influye de manera significativa en la pedagogía conduciéndola inexorablemente a una especialización del paradigma hacia el conectivismo, modificando no solo la forma de aplicar sus secuencias didácticas sino también en sus contenidos. Desde el *m-learning*, los teléfonos móviles deben permitir hacer uso de lo que el estudiante sabe y conoce para que la búsqueda o recepción de información permita construir, sustentar o modificar el conocimiento.

El conectivismo se relaciona estrechamente con el constructivismo al señalar que el aprendizaje es un proceso de formación colaborativa y social. La relación del *m-learning* con el conectivismo es intrínseca por las asociaciones con los dispositivos móviles. Es importante el empleo de métodos y estrategias que permitan a los alumnos desde el teléfono móvil explorar temas y entornos complejos activamente, el estudio de los contenidos en su contexto, la construcción del conocimiento y su posterior discusión con otras personas para validarlos.

Se está desarrollando el *m-learning*, las clases de ciencias se llevan a cabo con el teléfono móvil a través de la aplicación de mensajería instantánea WhatsApp, los estudiantes aprovechan la ubicuidad para recibir las orientaciones educativas en sus hogares. Se establecen grupos de WhatsApp académicos y para las actividades de dirección de grado. Los experimentos de ciencia física se desarrollan desde casa. Para el curso se diseña un programa educativo en *m-learning* y una guía de orientación.

Tabla 1. Diseño de un programa educativo en *m-learning* (muestra)

Sección general del curso en <i>m-learning</i>	
Identificación del curso	
Datos del docente	Docente _____ WhatsApp # _____ e-mail _____
Nombre del curso	CIENCIA FÍSICA LA LUZ
Año lectivo - Grado	2020 - Grado 11 – Periodo 2
Número de semanas	9 semanas
Intensidad horaria semanal	3 horas

Sección general del curso en <i>m-learning</i>	
Presentación del curso	LA LUZ – Desarrollo y Práctica. Ciencia Física para el grado 11mo
Objetivo de aprendizaje	Identificar las características y fenómenos de la luz y aplicarlos en el desarrollo de problemas.
Anuncio de bienvenida	Muy buenos días queridos estudiantes y estimadas familias, les doy la bienvenida al grupo de Ciencia física de 11mo. Espero que sus familias estén bien. Soy su Docente _____. Estoy comprometido con cada uno de ustedes en su formación integral y con todas sus familias para colaborar en todo lo que pueda siempre con mucho gusto. Espero que todos ustedes también estén comprometidos con su educación y formación personal. Les recuerdo que este chat es un espacio netamente ACADÉMICO. Se exige total cordialidad, respeto y prudencia. El manual de convivencia se aplica con rigurosidad, además, las normas de la infoética.
Espacios de comunicación general	Mediante la aplicación de mensajería instantánea WhatsApp se establece el grupo de Física para el grado 11mo.
Actividades generales	•Presentación de los estudiantes en el grupo de WhatsApp. •Presentación del curso. •Expectativas del curso. •Atención y orientaciones a padres de familia y acudientes.
Desarrollo del curso	
Conceptos previos	Las Ondas.
Competencia a desarrollar	Identifica las características y fenómenos de la luz con base en el estudio del fenómeno ondulatorio y los aplica en el desarrollo de problemas.
Contenidos temáticos	Activación de presaberes. •Propagación de la luz. Experimento 1. Taller de aplicación 1. •Velocidad de la luz. Experimento 2. Taller de aplicación 2. •Las sombras. Experimento 3. Taller de aplicación 3. •Difracción de la luz. Experimento 4. Taller de aplicación 4. •Espectro visible. Experimento 5. Taller de aplicación 5. •Reflexión de la luz. Experimento 6. Taller de aplicación 6. •Refracción de la luz. Experimento 7. Taller de aplicación 7.
Recursos didácticos	Imágenes, Videos, Textos, Audios y Actividades interactivas online.
Actividades de Retroalimentación	https://es.khanacademy.org/join/4VA5YEMD Con el enlace podrán registrarse en Khan Academy y formar parte de los estudiantes de la clase, donde encontrarán las actividades de refuerzo y retroalimentación.
Evaluación del curso	
Evaluación	Formativa - Permanente.
Tipo de evidencia	Conocimiento, desempeño y producto.
Descripción	La guía se desarrolla sobre el imprimible. A los desarrollos se les toma fotografía y se envía al contacto privado del WhatsApp del docente. El estudiante sustenta el desarrollo de la guía donde se harán preguntas durante: la explicación del docente, el desarrollo de los experimentos y durante los talleres en el grupo de WhatsApp, además, se toma asistencia virtual.
Evidencia entregable	Fotografía de las actividades desarrolladas y respuestas que sustenten su desarrollo.

Sección general del curso en *m-learning*

Criterios de evaluación	<i>Superior.</i> Si el estudiante ha cumplido con todos los parámetros académicos de entrega, con buena calidad en todos sus desarrollos (destacado), en el tiempo establecido y su comportamiento ha sido excelente. <i>Alto.</i> Si el estudiante ha cumplido con todos los parámetros académicos de entrega, con aceptable calidad, en el tiempo establecido y su comportamiento ha sido excelente. <i>Bajo.</i> Si el estudiante no ha cumplido con ningún parámetro académico de entrega. <i>Nota:</i> el aporte colaborativo de WhatsApp que sea registrado por el docente, mejorará el nivel de desempeño del estudiante.
Autoevaluación	El curso en <i>m-learning</i> concibe este proceso como un ejercicio permanente de autorreflexión, autoanálisis y autocrítica constructiva, encaminado esencialmente a generar una cultura de calidad y autorregulación que garantice el mejoramiento continuo. Se plantea con este objetivo la siguiente actividad de ayuda para la reflexión propia del proceso de autoevaluación.
Criterios de autoevaluación	<i>Superior.</i> Si el estudiante encuentra que: ha cumplido con todos los parámetros de académicos de entrega, con disciplina, honestidad y responsabilidad. Que ha fomentado un buen ambiente escolar, tanto en la familia como en el grupo WhatsApp, integrándose, participando en clase y mostrando interés por fomentar un aprendizaje colaborativo. <i>Alto.</i> Si el estudiante encuentra que: Hacumplido con algunos parámetros académicos de entrega con honestidad. Que ha mantenido un buen ambiente escolar, tanto en la familia como en el grupo WhatsApp. <i>Bajo.</i> Si el estudiante encuentra que: No hacumplido con ningún parámetro académico o de ambiente escolar.

	Siempre	La mayoría de las veces	Ocasionalmente	Pocas veces
Fomenté un buen ambiente en mi familia y en el grupo				
Cumplí con los plazos de entrega				
Aporté al grupo de WhatsApp ideas, fuentes de consulta, otros.				
Cuidé los materiales de trabajo				
Expuse mis ideas, preguntas y puntos de vista de manera respetuosa y prudente				
Contribuí a que otros también aprendieran				
Escuché y valoré el trabajo de mis compañeros				
Llevé todos los desarrollos "al día"				
¿En qué aspecto del desarrollo de las actividades me destaco?				
Qué debo mejorar				

Desempeño autoevaluación: Superior Alto Básico Bajo

Fuente: Elaboración propia.

Entre las actividades didácticas que se llevan a cabo con la aplicación de mensajería instantánea WhatsApp están: explicaciones con texto, audio, imagen y audiovisuales, donde los docentes imparten clases con secuencias didácticas definidas y los estudiantes pueden interactuar de manera colaborativa, fomentando el dialogo constructivo y la comunicación docente-estudiante-familia.



Figura 5. Orientaciones de Ciencia Física en el m-learning
Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Experimentos caseros de Ciencia Física en el m-learning

Los experimentos caseros son una estrategia didáctica que desde el paradigma constructivista promueve el desarrollo de competencias científicas. Los estudiantes necesitan experimentar para aprender cosas nuevas o reforzar las ya aprendidas, el no poder asistir al laboratorio escolar dificulta su aprendizaje. La interacción y la socialización con los docentes y compañeros de clase cambió, ahora se realiza mediante la aplicación de mensajería instantánea WhatsApp, esto deriva en distractores que ofrece la internet en una clase en línea. Sin embargo, el *m-learning* permite que los estudiantes puedan tener una experiencia vivencial con materiales que tienen en casa, variando el estímulo a una práctica física que capta mejor la atención, a la vez que los estudiantes aprenden de forma experiencial y divertida, se evidencia que es un ambiente inmersivo con contenido cautivador hacia la ciencia. Preparar los materiales, realizar el experimento o tomar fotografías a lo largo del proceso es constructivo. Además, en algunos casos los estudiantes repitieron el experimento varias veces para observar lo que sucedía o mejorar sus resultados. En un mensaje después de la clase de práctica casera, un estudiante expresó: "Los experimentos estuvieron divertidos y en casa todos me ayudaron, me siento feliz".

Según Mancinas (2018) el *m-learning* privilegia una cognición de tipo empírico, centrada en la ejecución de procedimientos que oscilan entre una actividad mental de tipo algorítmico y otra de tipo heurístico.

Los resultados de la evaluación fueron reveladores, se logró fortalecer en la mayoría de los educandos las destrezas y la comprensión de los conceptos de la ciencia física. Las prácticas caseras, concebidas como una estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia física, permiten el desarrollo de habilidades científicas y un aprendizaje más significativo.

En los contextos académicos rurales se observa que el Smartphone y el aplicativo WhatsApp se destacan por la movilidad y las ventajas económicas de acceso. Se comprueba que el *m-learning* es efectivo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia física. En este sentido, Zapata (s.f.) al realizar una sesión de aprendizaje en *m-learning* con WhatsApp, concluye que permite la construcción del

conocimiento mejorando la comunicación, alcanzándose el logro previsto.

Faceta 2. En el diagnóstico inicial, al diligenciar el diario de observaciones de campo virtual se muestra que la implementación del *m-learning* en la pandemia ha develado la problemática social intrincada en estas zonas apartadas, los estudiantes reaccionan mostrando una alta indisposición hacia el estudio. Las apreciaciones expuestas por el cuerpo docente, estudiantes y familiares han evidenciado que un importante grupo de estudiantes no tiene disposición para estudiar, están apáticos. El alto nivel de indisposición es inédito para el colegio, siendo este, el factor referencial para esta segunda faceta del artículo. Las expectativas educativas de esta generación están en riesgo y la brecha con el sector urbano se podría incrementar.

Los hechos descritos en el diario de campo virtual, corresponden a manifestaciones por llamada telefónica, por la aplicación de mensajería instantánea WhatsApp o reunión de docentes en Zoom.

Tabla 2. Diario de observaciones de campo virtual (muestra)

Fecha	Interviniente	Situación	Descripción
Abril 2020	Acudiente	Dirección de grado	Mi hijo me dice que se está conectando a las clases y está enviando todo, veo que es mentira. Yo le recargo el celular y me voy a trabajar, no puedo supervisarlo. Voy a revisarle el WhatsApp y ver por qué no se conecta.
Abril 2020	Docente	Reunión	Los estudiantes no quieren hacer nada. No envían las evidencias.
Mayo 2020	Docente	Reunión	Los padres no les colaboran con las actividades a los estudiantes.
Mayo 2020	Estudiante	Seguimiento	Me toca ir a trabajar, si no trabajo no como, toca colaborar en la casa también, no tengo ganas de estudiar.
Junio 2020	Docente	Consulta	Los estudiantes sólo se quejan y sacan excusas pero no quieren estudiar.
Junio 2020	Estudiante	Seguimiento	En mi casa pelean mucho, no entiendo algunas clases, no me gusta estudiar así.
Julio 2020	Docente	Reunión	Los estudiantes casi no se están conectando a las clases, sólo envían al final del período y con baja calidad.
Julio 2020	Estudiante	Dirección de grado	Leer sólo en casa, es aburrido. Quiero estar en el colegio.

Fuente: elaboración propia.

Los procedimientos para la obtención de los resultados se desarrollan con el apoyo del software SPSS Statistics de IBM.

Análisis de las características psicométricas

Confiabilidad. Método de Medidas de Coherencia o Consistencia Interna. Alfa de Cronbach (escalas tipo Likert). Coeficientes KR-20 y KR-21 (escala Dicotómica). Se establece con la prueba de contraste. Para las cuatro escalas y el instrumento completo se acepta la Ha. El coeficiente α es de aceptable a bueno, las escalas y el instrumento completo presentan una buena consistencia interna. La supresión de ningún reactivo aumenta significativamente el coeficiente α .

Validez. Método Análisis Factorial de Varianza Total. Técnica Análisis de Componentes Principales (ACP). La interpretación se hace a partir de la matriz de saturaciones que resulta de la rotación de los ejes por el método Varimax.

Evaluación del ACP. Para las cuatro escalas se encuentra que los resultados evidencian que el método ACP es adecuado para validar su constructo.

Interpretación del ACP. Se establece según la evidencia, que las cuatro escalas presentan validez de constructo para el contexto de esta investigación.

Prueba de Normalidad. La prueba Kolmogorov – Smirnov es adecuada para el tamaño la muestra. La distribución de la muestra es no normal $p < 0,05$; se justifica el empleo de la estadística no paramétrica en la contrastación de hipótesis.

Estadígrafos

Análisis de Correlaciones. Se mide con los coeficientes de Kendall y de Spearman. Se muestran los resultados con el coeficiente Rho de Spearman.

Análisis de Causalidad. La variable explicada corresponde a la disposición hacia el estudio. La relación de causa se determina con el coeficiente D de Sommers.

Correlaciones

Tabla 3. Coeficiente de correlación Rho de Spearman

			Correlaciones		
			FES	CYB-VIC	ISC
Rho de Spearman	FES	Coeficiente de correlación	1,000	,239**	,294**
		Sig. (bilateral)	.	,010	,001
	CYB-VIC	Coeficiente de correlación	,239**	1,000	,129
		Sig. (bilateral)	,010	.	,168
	ISC	Coeficiente de correlación	,294**	,129	1,000
		Sig. (bilateral)	,001	,168	.
N		116	116	116	

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la correlación FES con CYB-VIC. Se acepta la Ha. Existe asociación muy significativa y positiva entre las dos variables del 23,9%.

Resultados de la correlación FES con ISC. Se acepta la Ha. Existe asociación muy significativa y positiva entre las dos variables del 29,4%.

Resultados de la correlación **CYB-VIC** con **ISC**. Se acepta la H_0 . No existe asociación significativa entre las variables.

Causalidad

Tabla 4. Coeficiente d de Sommers entre FES y disposición hacia el estudio

Medidas direccionales			Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Ordinal por ordinal	d de Som- mers	Simétrico			
		FES dependiente	,074	3,134	,002
		Disposición depen- diente	,075	3,134	,002

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Coeficiente d de Sommers entre ISC y disposición hacia el estudio

Medidas direccionales			Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Ordinal por ordinal	d de Sommers	Simétrico			
		ISC dependiente	,061	8,491	,000
		Disposición depen- diente	,057	8,491	,000

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Coeficiente d de Sommers entre CYB-VIC y disposición hacia el estudio

Medidas direccionales			Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Ordinal por ordinal	d de Som- mers	Simétrico			
		CYB-VIC dependiente	,049	-,178	,858
		Disposición depen- diente	,139	-,178	,858

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración propia.

Entre la variable explicada **Disposición hacia el estudio** con la variable independiente **FES**. Se acepta la H_a . Existe relación causal significativa ($p < 0,05$), existe relación simétrica y la relación asimétrica es positiva del 24,1%.

Entre la variable explicada *Disposición hacia el estudio* con la variable independiente *ISC*. Se acepta la H_a . Existe relación causal muy significativa ($p < 0,01$), existe relación simétrica y la relación asimétrica es positiva del 51%.

Entre la variable explicada *Disposición hacia el estudio* y la independiente *CYB-VIC*. Se acepta la H_o . No existe relación causal significativa ($p > 0,05$).

4. Discusión

La estrategia pedagógica *m-learning* se está aplicando en el colegio rural, el nuevo modelo educativo cumple con el objetivo de desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia física con efectividad en el lugar donde se encuentran los discentes contribuyendo con el aislamiento social para contener la covid-19. Ruiz y Martínez (2012) afirman que los contextos de aprendizaje se van modificando en torno a las demandas sociales y a los múltiples medios tecnológicos que trascienden en la vida cotidiana.

El *m-learning* desde la corriente pedagógica del constructivismo conectivista, señala que el aprendizaje móvil es un proceso de formación colaborativo y social. En la relación intrínseca del *m-learning* con el conectivismo en la asociación con los dispositivos móviles, con el constructivismo el aprendizaje será una actividad que el sujeto realiza desde su experiencia con el entorno, esta vez apoyado del teléfono móvil, donde el desarrollo cognoscitivo y las funciones elementales que intervienen como la dialéctica, son una constante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las prácticas caseras, concebidas como una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia física, permiten el desarrollo de competencias científicas y un aprendizaje más significativo. Ruiz y Martínez (2012) indican que el aprendizaje se alcanza a través de los procesos de intercambio e interacción social, que permiten construir y reconstruir conocimientos a través de estrategias colaborativas donde en escenarios virtuales surten un mayor sentido, ya que los procesos de comunicación y discusión requieren de un modelo que favorezca la interactividad colectiva.

La disposición hacia el *m-learning* es determinante para que la estrategia de enseñanza-aprendizaje *m-learning* sea exitosa desde los resultados académicos. Un estudiante apático presenta alta probabilidad de fracaso escolar. Se espera por la evidencia del diagnóstico inicial, un aumento en la reprobación, es indispensable institucionalizar la flexibilización académica y fomentar el aprendizaje autónomo. El docente debe cautivar a los estudiantes desde la didáctica, este debe innovar para que el alfabeto digital que es el estudiante, aumente su disposición hacia el estudio. Beltrán (1993) encuentra que partiendo de la evidencia de que el aprendizaje es un proceso socialmente mediado, también es necesario precisar que requiere una implicación activa del estudiante, única manera de que se produzca un cambio real en la comprensión significativa.

La dimensión Relaciones en la familia y la dimensión Satisfacción del discente se influyen bilateralmente en un 30%. De afectarse el clima familiar en sus interrelaciones, se afecta también el ambiente escolar, ya que la educación se da desde casa y en consecuencia se afecta la percepción de calidad que tiene el discente por el servicio educativo y viceversa. Es importante para el *m-learning* reconocer esta simbiosis donde las soluciones se deben dar para las dos dimensiones simul-

táneamente. La dimensión Relaciones en la familia está asociada con la dimensión percepción de seguridad en la red y el teléfono móvil. La dimensión Relaciones en la familia y la dimensión percepción de seguridad en internet se influyen bilateralmente en un 24%. Si se afecta la sensación de seguridad por ciberacoso, también se afecta el clima familiar en sus interrelaciones y viceversa. La dimensión Ciberacoso no está asociada con la dimensión Satisfacción del discente. Ha sido mitigado el fenómeno del ciberacoso entre estudiantes, razón por la que los discentes no la vinculan a la educación. Paredes (2016) encuentra una relación significativa entre el acoso escolar y el clima familiar de $-0,124$.

La variable ciberacoso no explica el comportamiento de la variable disposición hacia el estudio, hay independencia entre las variables. El peligro de ciberacoso ha sido controlado y mitigado, los estudiantes presentan sensaciones de seguridad en la red. La indisposición hacia el estudio no es consecuencia del ciberacoso. Además, como se observa en los resultados de correlación, los estudiantes no relacionan el riesgo de seguridad en la red con la educación. Ortega y González (2016) sugieren que existe una relación entre el ciberacoso y el rendimiento académico.

Dentro de las consecuencias que trae un inadecuado clima familiar se tiene la indisposición para desarrollar las actividades académicas. Este hecho se puede observar en que la dimensión disposición para el estudio tiene un nivel de dependencia del 24,1% de las relaciones en la familia. El resultado es determinante, aproximadamente la cuarta parte de la reacción de indisposición que presentan los estudiantes se debe al clima familiar. Se encuentra que en la pandemia la afectación del clima familiar repercute en la disposición hacia el estudio. Correa (2018) encuentra que existe una correlación altamente significativa entre el funcionamiento familiar y la disposición hacia el estudio de 0,389. Al mismo tiempo Males y Quiroz (2018) encuentran una correlación significativa de 0,194. En la tabla 4 se ve que la relación bidireccional es significativa con un coeficiente de 0,238.

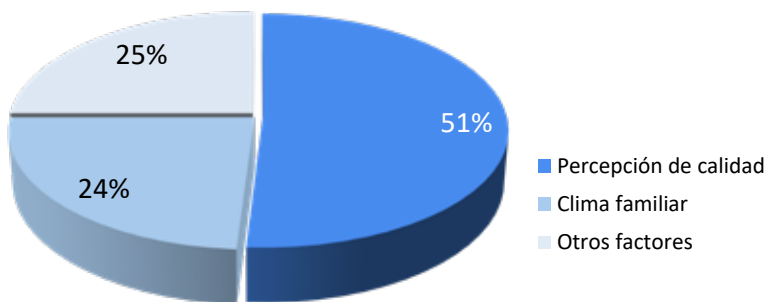


Figura 7. Factores de causa que explican el comportamiento de la variable Disposición Hacia el Estudio

Fuente: Elaboración propia.

Al ser medido el efecto de causa que infringe la dimensión satisfacción del discente hacia la dimensión disposición para el estudio el resultado es contundente, se encuentra que la variable disposición hacia el estudio presenta un nivel de de-

pendencia del 51% de la variable satisfacción del discente. El dato que es relevante en este tiempo de pandemia, sugiere que la mayor razón por la que los estudiantes presentan una alta indisposición hacia el estudio es por la percepción de un bajo nivel de calidad del servicio educativo. Se encuentra que en la estrategia educativa *m-learning* la afectación de los niveles de calidad educativa del sector rural repercuten en la disposición hacia el estudio. En los resultados obtenidos por Fernández (2017) con estudiantes universitarios en Bolivia, encuentra que la satisfacción del estudiante influencia significativamente a la motivación del estudiante y viceversa, con un coeficiente de 0,18. En la tabla 5 se puede ver que el coeficiente para la relación bilateral es de 0,52. Se observa que para el estudio de Fernández, la variable satisfacción del estudiante se correlaciona muy débilmente con la variable disposición hacia el estudio. El desacuerdo puede corresponder a las diferentes características de la educación básica y media, en comparación con la educación superior. En la educación superior, el estudiante es más consciente de que el nivel de calidad de la educación en gran medida lo pone él mismo.

5. Conclusiones

El *m-learning* lleva el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia física con efectividad hasta el lugar donde se encuentran los discentes y contribuye con su posibilidad de aislamiento social a que la enfermedad covid-19 sea contenida. Para la variable disposición hacia el estudio se comprueba que es explicada por el bienestar estudiantil. Al mismo tiempo, habiéndose encontrado que la variable disposición hacia el estudio nos da un referencial para el análisis por su comportamiento inédito, se interpreta que las dos variables del bienestar estudiantil que explican su comportamiento, han sido afectadas de una manera especial también. Se determina que el bienestar estudiantil está siendo afectado en la pandemia con el *m-learning*. Además, la variable disposición hacia el estudio al estar intrínsecamente relacionada con el aprendizaje, su afectación repercute en los parámetros educativos, lo que sugiere que la educación en el sector rural está involucionando en la pandemia. Se comprueba la Hipótesis del estudio.

A la vista de los resultados obtenidos, se puede decir que, mejorando el clima familiar y aumentando la satisfacción subjetiva por el servicio educativo al aumentar la calidad, se logra que los estudiantes presenten una mayor disposición hacia el estudio, se hace hincapié en que las soluciones se deben dar para las dos dimensiones simultáneamente; ya que, según la dinámica de afectación del bienestar estudiantil, las variables se influyen bilateralmente.

Referencias

- Avena, I. y Rivera, D. (2013). *Funcionamiento familiar y motivación escolar en alumnos de nivel medio superior*. (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad de Sonora, Méjico.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W. y Weiß, M. (1999). *Erfassung fächerübergreifender Problemlösekompetenzen in PISA* [Elektronische Ressource].

- Beltrán J. (1993). Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje. *Revista Complutense De Educación*, 6(2), 235. <https://bit.ly/2ZmlYEu>
- Birenbaum, M. (2002). Evaluación del aprendizaje activo autodirigido en escuelas primarias. *Evaluación en educación: principios, política y práctica*, 9(1), 119-138.
- Buelga, S., Cava, M. y Musitu, G. (2012). Validación de la escala de victimización entre adolescentes a través del teléfono móvil y de internet (CYBVIC). *Pan American Journal of Public Health*, 32(1), 36-42.
- Chiappe, A. y Romero, R. (2018). Condiciones para la implementación del m-learning en educación secundaria: un estudio de caso colombiano. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(77), 459-481. <https://bit.ly/3nurbnp>.
- Correa A. (2018). *Funcionamiento familiar, disposición para el estudio y desempeño académico en Estudiantes de un Instituto de Educación Superior–SENATI 2015*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Escobedo, P., Cuervo, M., Sansores, M. y García, J. (2011). Propiedades psicométricas de un instrumento para medir la disposición hacia el estudio. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, 12, 73-87.
- Fernández, R. (2017). *Satisfacción, motivación y rendimiento académico del discente de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en la asignatura de Educación Física y con los centros educativos*. (Tesis Doctoral). Universidad de Granada, Granada, España. [<http://hdl.handle.net/10481/48345>]
- Fonseca, A. (2009). El maestro en el contexto de la cultura digital. *Magazín Aula Urbana*, 74, 4-5.
- Gálvez-Nieto, J., Vera-Bachman, D., Cerda, C. y Díaz, R. (2016). Escala de Victimización entre Adolescentes a través del Teléfono Móvil y de Internet: Estudio de validación de una versión abreviada en estudiantes chilenos. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación-e Avaliação Psicológica*, 1(41), 16-27.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Katz, R. y Callorda, F. (2013). *La banda ancha móvil en la base de la pirámide de América Latina*. GSMA Telecom Advisory Services, LLC.
- Lugo, M., Ruiz, V., Brito, A. y Brawerman, J. (2016). *Revisión comparativa de iniciativas nacionales de aprendizaje móvil en América Latina: Los casos de Colombia, Costa Rica, Perú y Uruguay*. UNESCO.
- Males V. y Quiroz A. (2018). *Influencia del funcionamiento familiar en el desempeño académico de estudiantes de cuarto y quinto año de EGB del colegio "Gálatas" de la ciudad de Quito*. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador.
- Mancinas, A. (2018). Modalidades de cognición en un curso universitario basado en el aprendizaje móvil. *Apertura*, 10(1), 40-55. <https://doi.org/10.32870/ap.v10n1.1159>
- Moos, R. y Moos, B. (1981). *Family Environment Scale. Manual*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.
- Mendoza, L. (2012). Características de familias de adolescentes desertores escolares matriculados en capacitación laboral. *MedULA*, 21(1), 47-52.
- Nicholls, J., Patashnick, M. y Nolen, S. (1985). Teorías de la educación de los adolescentes. *Revista de Psicología de la Educación*, 77(6), 683.
- Núñez, J. (2009). *Motivación, Aprendizaje y rendimiento académico*. X Congreso Internacional Galego-Portugués de Psicopedagogía. Braga, Portugal.
- Oliva, E. y Pinzón, C. (2012). Medición de la percepción de la calidad del servicio de educación por parte de los estudiantes de la Uptc Duitama. *Criterio Libre*, 10(16), 159-192.
- Ortega, J. y González, D. (2016). El ciberacoso y su relación con el rendimiento académico. *Innovación educativa*, 16(71), 17-38. <https://bit.ly/3pS2Hrd>.

- Panimboza, G. (2017). *Análisis del rendimiento escolar de los adolescentes del 8vo, 9no, 10mo año para la implementación de un programa en la unidad educativa "John f. Kennedy" de la ciudad de Salinas* (Tesis doctoral). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Paredes, D. (2016). *Acoso escolar y clima familiar en estudiantes de 3° de secundaria de instituciones educativas estatales de la localidad Huaycan - Horacio Zevallos del distrito de Ate* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Ruiz, C. y Guerra, E. (1993). *Escala del Clima Social en la Familia FES*. Estandarización.
- Ruiz, E. y Martínez N. (2012). El aprendizaje colaborativo "escenario para la construcción social de aprendizajes significativos". *Cognición*, 38.
- Sanchez, S. (2015). *Entorno familiar y rendimiento académico* (Vol. 6). 3Ciencias.
- UNESCO (2013). Directrices para las políticas de aprendizaje móvil. París.
- UNICEF (2011). Estado mundial de la infancia: La adolescencia, una época de oportunidades. <https://www.unicef.org/spanish/sowc2011/>
- UNICEF.(2016). *Ending the torment: tackling bullying from the schoolyard to cyberspace*. New York: United Nations. <https://bit.ly/3vJ1gfk>
- Zapata (s.f.). WOOC: *Sesión de aprendizaje con el empleo de WhatsApp*. <https://bit.ly/3GpcSsQ>

Cómo citar en APA:

Rodríguez-Sarmiento, C. E. (2021). La educación científica rural en la modalidad m-learning y su afectación en la pandemia de la covid-19. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 103-122. <https://doi.org/10.35362/rie8724573>

A produção do conhecimento sobre sala de aula invertida no ensino de Física: um olhar sobre a pós-graduação brasileira

José Diego Silva Gomes¹ 

Albino Oliveira Nunes² 

Albano Oliveira Nunes³ 

¹ Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN); ² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte; ³ Universidade Federal do Ceará (UFC), Brasil

Resumo. A emergência das metodologias ativas no contexto da educação básica e superior tem, aos poucos, transformado a realidade educativa. Nelas o papel dos estudantes torna-se ainda mais pronunciado, invertendo a lógica de transmissão de conhecimento do ensino tradicional. É dentro desse contexto que no presente trabalho busca-se compreender o avanço sobre as pesquisas em Sala de Aula Invertida (SAI) no ensino de física brasileiro. Para tanto, realizou-se uma busca no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, obtendo doze textos que abordavam a estratégia. Os trabalhos foram analisados segundo a análise de Conteúdo de Bardin (2002) e o auxílio do *software* de análise textual Iramuteq 0.7 alfa 2. Os resultados demonstram uma concentração de pesquisas ao nível de mestrado profissional, com ênfase no ensino médio e concentradas nas regiões Sul e Sudeste. Sobre o conteúdo das dissertações percebe-se que há um forte indício de pesquisas de intervenção pedagógica com ênfase nas questões em dois grupos de interesse de investigação: um primeiro que visa compreender o ensino e outro que visa compreender a aprendizagem baseada na estratégia.

Palavras-chave: sala de aula invertida; estado da arte; metodologias ativas; ensino de Física; pós-graduação, *flipped classroom*.

La producción de conocimiento sobre el aula invertida en la enseñanza de la Física: una mirada a los cursos de postgrado brasileños

Resumen. La aparición de metodologías activas en el contexto de la educación básica y superior ha transformado gradualmente la realidad educativa. En estas, el papel de los alumnos se acentúa aún más invirtiendo la lógica de transmisión de conocimientos de la enseñanza tradicional. Es en este contexto en el que el presente trabajo trata de comprender los avances en la investigación sobre el Aula Invertida (AI) en la enseñanza de la física en Brasil. Para ello, se realizó una búsqueda en el Catálogo de Tesis y Disertaciones de Capes, obteniendo doce textos que abordaban dicha estrategia. Los trabajos se analizaron según el análisis de contenido de Bardin (2002) y con la ayuda del *software* de análisis textual Iramuteq 0.7 alfa 2. Los resultados muestran una concentración de investigaciones en los posgrados de maestrías profesionales, con énfasis en la educación secundaria y concentrada en las regiones del Sur y del Sudeste. Sobre el contenido de las disertaciones se percibe que hay una marcada tendencia en investigaciones de intervención pedagógica con énfasis en dos grupos de interés: uno que apunta a comprender la enseñanza, y otro que apunta a comprender el aprendizaje basado en estrategias.

Palabras clave: aula invertida; estado del arte; metodologías activas; enseñanza de la física; posgrado; *flipped classroom*.

The production of knowledge about flipped classroom in physics teaching: a look at Brazilian post-graduation courses

Abstract. The growth of active methodologies in the context of primary and higher education has, slowly, transformed educational reality. In those methodologies, the students' role becomes even more pronounced, inverting the logic of knowledge transfer of traditional teaching. It is within this context that the present work aims to understand the advancement on the research concerning the Flipped Classroom (FA) method in the teaching of Physics in Brazil. For such, it was conducted a search on the Capes' Theses and Dissertations Catalogue, obtaining twelve text that approached the strategy. The works were analyzed according to the Bardin Content analysis (2002) and with the support of the text analysis software Iramuteq 0.7 alfa 2. The results show a cluster of research at Masters degree level, with emphasis on High School education, and concentrated in the South and Southeast regions. Concerning the content of those dissertations, it is noticeable that there is strong indicative of pedagogical intervention research with emphasis on the questions in two investigation interest groups: the first one, that aims to understand the teaching process; and the second, that aims to understand the learning based on this strategy.

Keywords: flipped classroom; state of the art; active methodologies; physics teaching; postgraduate education.

1. Introdução

Uma metodologia que vem ganhando destaque e uma grande base de estudos na literatura como proposta de melhoria e aprimoramento do ensino contemporâneo é a que conhecemos como Sala de Aula Invertida (SAI), do inglês *Flipped Classroom*. Tendo como definição literal o que seria tradicionalmente feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que seria tradicionalmente feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula, dessa forma, pode-se dizer que existem elementos de metodologias ativas, visto que os papéis do professor e do aluno também são modificados (Berbel, 2011; Morán, 2015; Bacich & Morán, 2018), onde o aluno ganha um papel muito mais ativo para sua trajetória formativa. A aula invertida ganhou notoriedade e bastante reconhecimento com os trabalhos dos americanos Jonathan Bergman, Karl Fisch e Aaron Sams, realizados a partir de 2007, os quais tiveram o objetivo de usar o melhor dos recursos presenciais e virtuais para facilitar a aprendizagem dos estudantes (Bergman & Sams, 2016; Fisch, 2010; Araújo, 2019), buscando tornar a aprendizagem mais significativa.

Com o avanço da globalização, modernização e tecnologia, a preocupação dos educadores com o aluno do século XXI se torna ainda mais notável, já que estes alunos não se sentem mais confortáveis estando sentados de forma passiva em uma sala de aula por horas e utilizando, possivelmente, um método mecânico de aprendizagem, havendo intervenções somente quando necessário ou ainda somente em um momento de permissão por parte do docente. Em contrapartida, a metodologia da Sala de Aula Invertida (SAI) traz em sua proposta o professor como mediador do ensino-aprendizagem, tornando o aluno peça fundamental nesse processo, proporcionando, assim, uma interação mais significativa entre professores e alunos e entre os próprios discentes, tornando-se uma solução aceitável e satisfatória (Bergman & Sams, 2016), dado o contexto em que estamos vivendo.

Para muitos autores, como Mazur (2015) e Suhr (2016), tal método procura modificar o papel do aluno fazendo sua transição de um aluno passivo para ativo, aprimorando seu senso de responsabilidade em relação aos conteúdos abordados e quanto ao seu próprio papel no processo conduz a sua formação, não cabendo ao professor, portanto, a transmissão de conceitos, mas sim uma organização de sequências de atividades que partem de situações-problema que levam os alunos a desenvolver e buscar soluções criativas em grupo.

Adaptações envolvendo a SAI, como por exemplo, usar a sala de aula invertida adaptada ao modelo de motivação ARCS de Keller (Aşıksoy & Özdamli, 2015) vem mostrando que grandes resultados podem ser obtidos para o ensino de Física, gerando um aumento motivacional por parte dos alunos, verificando opiniões positivas sobre a abordagem de sala de aula invertida.

Além de servir como uma adaptação às aplicações de teorias existentes, a SAI tem como principal fundamento avaliar desempenho dos alunos, analisando suas atitudes e abordagens, em relação ao curso de física (Şengel, 2014), mostrando-se eficaz por partes dos alunos, obtendo uma adaptação rápida, gerando interesse e disposição pelos mesmos para continuação do modelo como ferramenta de aprendizagem baseado em problemas, descobertas e estratégias de aprendizagens individualizadas.

Partindo do intuito de aumentar a motivação dos alunos para como o ensino de Física, o aprendizado tem se tornado um tópico de pesquisa crítico na abordagem da SAI (Aşıksoy, 2018). Sendo utilizada com o objetivo de aprimorar tais motivações, as conquistas de aprendizagem e percepções sobre o ambiente projetado para sua aplicação, os resultados indicam grande satisfação com a utilização da SAI por parte dos alunos, ajudando, portanto, os professores e instrutores a integrar estratégia à abordagem de sala de aula invertida.

Partindo desses conceitos e princípios, o objetivo desse estudo é realizar um mapeamento bem como a compreensão de trabalhos sobre Sala de Aula Invertida (SAI) como suporte ao ensino contemporâneo enquanto método potencialmente significativo para o ensino de Física.

2. Metodologia

Nas últimas décadas muitos são os trabalhos que visam mapear um campo dentro da área de estudos da educação em ciência e matemática, nessa direção encontram-se trabalhos na biologia, química e matemática (Nunes et al., 2016; Freitas & Pires, 2015; Teixeira & Megid Neto, 2012).

Da mesma forma, estados do conhecimento e estados da arte são comuns no ensino de física, tanto sobre o ensino-aprendizagem na área (Rezende et al., 2009), sobre estratégias didáticas (Macêdo et al. 2013; França & Siqueira, 2019) quanto sobre conteúdos específicos (Cuesta-Beltrán, 2018). A ideia geral desses estudos é proporcionar ao leitor-pesquisador um panorama da área com avanços e limitações que podem ser pontos de partida para novas investigações, e, em alguns casos, proporcionar ao professor um guia sobre possibilidades didáticas dentro de um campo de estudos.

A pesquisa em questão é um estado do conhecimento, tal como o apontado por Romanowski e Ens (2006). Sendo assim, a primeira etapa da pesquisa foi a definição da base de dados a ser pesquisada.

Optou-se pelo Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, por ser um catálogo que congrega produções oriundas de todas as regiões do Brasil e pelos trabalhos ali disponibilizados apresentarem maior consistência teórico-metodológica. Após essa etapa inicial, o processo de elaboração envolveu as seguintes etapas: a) busca direta através dos descritores na base de dados; b) classificação dos trabalhos segundo descritor, grande área de conhecimento e área de conhecimento; c) seleção baseada em critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos selecionados de acordo com o objetivo do trabalho, o ensino de Física.

Conforme já expressei, o universo do trabalho descrito aqui foi composto através dos trabalhos encontrados no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, sendo a busca realizada no dia 22 de abril de 2020, utilizando como descritor para essa busca somente “sala de aula invertida”. Através deste descritor foram obtidos 93 trabalhos para serem analisados, entre teses e dissertações.

Com uma quantidade de trabalhos relativamente grande, foi necessária a utilização de filtros adicionais. Nesta etapa, a classificação do universo do trabalho se deu a partir de filtros definidos através do seguinte conjunto de categorias: i) Grande

área de conhecimento: multidisciplinar e ciências e da Terra; ii) área de conhecimento: ensino de física, ensino de ciências e matemática e física. Com a utilização dos filtros foram encontrados, no total, 27 trabalhos.

A classificação dos trabalhos foi feita utilizando critérios de inclusão e exclusão onde, após a coleta das teses e dissertações, foi feita uma análise de seus resumos, segundo elementos da análise de conteúdo (Bardin, 2002) visando, fundamentalmente, identificar e caracterizar os textos segundo as categorias definidas a priori. Após a classificação foram obtidos 12 trabalhos relacionados à física e 15 trabalhos relacionados a demais áreas, tais como: biologia, química, matemática e medicina.

Uma vez escolhidos os textos que fariam parte do corpus de análise os mesmos foram submetidos à uma análise mais rigorosa que na primeira etapa. Assim, foram analisados vários componentes do texto, como metodologia, considerações finais, referências. Esse procedimento foi necessário para o aprofundamento da compreensão sobre as teses e dissertações e porque os resumos fornecidos em alguns textos não apresentavam todos os elementos necessários à realização dessa pesquisa.

Adicionalmente, os resumos das dissertações e teses foram analisados com suporte do software Iramuteq 0.7 alfa 2. Para tanto os textos dos resumos das dissertações foram codificados e posteriormente analisado, gerando gráficos de CDH (Classificação Hierárquica Descendente), AFC (Análise Fatorial Confirmatória), Nuvem de Palavras e Grafo de Similitude. Essa etapa visa a emergência de classes que podem corroborar as categorias elencadas em uma primeira etapa do estudo e a comparação entre as dissertações em termos de proximidade lexical. Compreendemos assim como afirmado por Camargo e Justo (2013) que essa ferramenta em si, não exclui a análise realizada pelo pesquisador, no entanto, pode ser uma ferramenta útil na análise qualitativa de dados.

Por trazer esse elemento de análise lexical, portanto, a pesquisa ora aqui apresentada se configura como mista, em que se articula dados quantitativos e qualitativos, com uma interpretação predominantemente qualitativa conforme já defendido por Souza et al. (2020).

Há que se destacar que existem outros levantamentos bibliográficos sobre a SAI dentre os quais destacamos os estudos de Valério e Beletti (2019) que fazem amplo levantamento sobre a SAI a partir do Google Scholar; Gomes et al. (2019) que fazem o levantamento nas dissertações e teses brasileiras, e também Deponti e Bulegon (2018) que fazem o levantamento sobre a SAI particularizando o ensino de física até janeiro de 2018. Diante dessas contribuições anteriores, nota-se que esse estudo para além de trazer dados mais novos utiliza uma metodologia diferenciada, com categorias e instrumentos não trazidos por outros estudos já citados, entre os quais destacamos o uso do software pouco utilizado na pesquisa em ensino de ciências. Assim, esperamos contribuir com a discussão da temática e aprofundar compreensões.

A seguir apresentamos o fluxograma da pesquisa na figura 1.

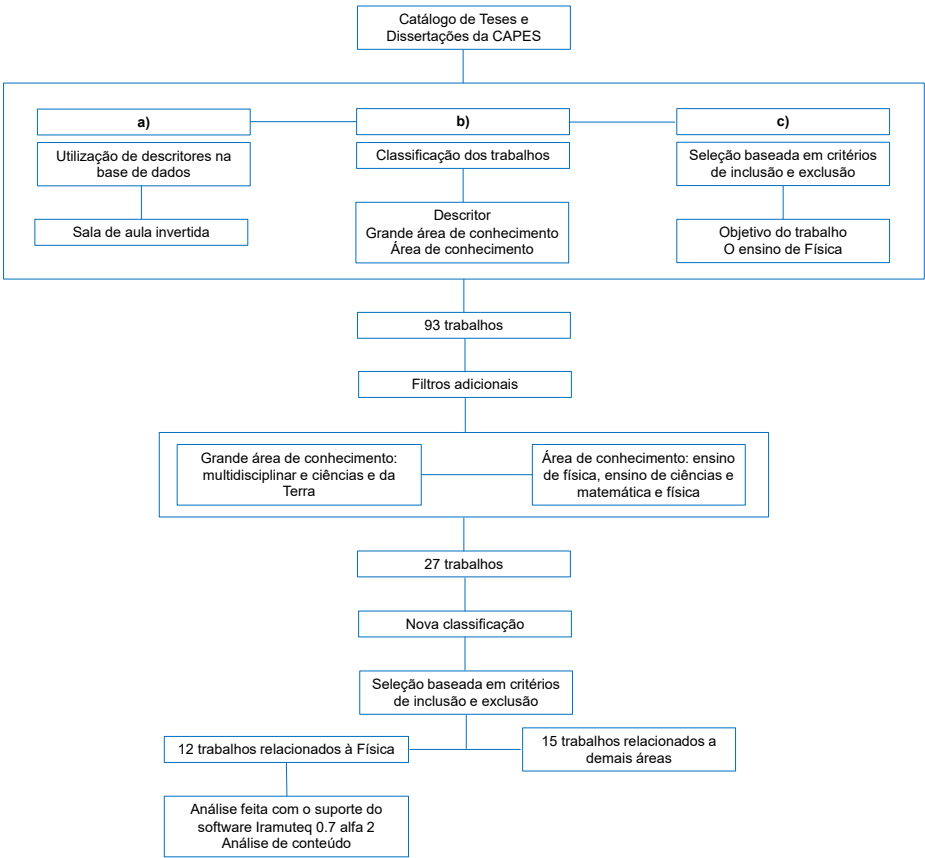


Figura 1. Fluxograma da pesquisa.

Fuente: elaboração pelos autores.

3. Resultados e discussão

Por meio dos dados obtidos no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, a análise de conteúdo dos resumos dos trabalhos encontrados através da classificação dos trabalhos segundo os itens b) e c) contidos na metodologia desse trabalho, foi possível fazer uma análise mais profunda e classificá-los de acordo com: Nível de ensino; Conceitos trabalhados; Referencial teórico – contidos no Quadro 1.

Quadro 1. Classificação dos trabalhos segundo nível de ensino, conceitos trabalhados e referencial teórico.

Dissertação/Tese	Código ¹	Nível de ensino	Conceitos trabalhados	Referencial teórico
A metodologia da sala de aula invertida aplicada ao estudo da óptica geométrica para o ensino médio	D1	Ensino Médio	Óptica geométrica	Wesley Backer; Nancy Walter-Perez; Jianyu Dong; Vygotsky.
A percepção dos alunos da 1ª série do ensino médio da utilização do método da <i>flipped classroom</i> no ensino de física	D2	Ensino Médio	Conceitos em geral	Educacionais de Piaget e Vygotsky
Dispositivo eletrônico semiconductor LED: uma abordagem baseada em unidade de ensino potencialmente significativa	D3	Ensino Médio	Física Moderna	Teoria da aprendizagem de Ausubel
Levantamento dos requisitos de uma ferramenta computacional de apoio à sala de aula invertida	D4	Ensino Superior	Conceitos em geral	Apolinário; Morettin
Movimento circular uniforme: aprendizagem pelo modelo da sala de aula invertida (<i>flipped classroom</i>)	D5	Ensino Médio	Movimento circular uniforme	Alicia Diez, Javier Tourón e Raúl Santiago
O uso do software modellus na formação inicial de licenciandos em física dentro da abordagem metodológica da sala de aula invertida	D6	Ensino Superior	Conceitos em geral	Bergmann e Sams
Processos avaliativos reflexivos integrados a tarefas contínuas no âmbito do ensino superior em física	T1	Ensino Superior	Física I	Bergmann e Sams, Schmitz
Sequência de atividades didáticas para uma abordagem fenomenológica da ondulatória em uma perspectiva de sala de aula invertida	T2	Ensino Médio	Oscilações e Ondas	Bergmann e Sams, Schmitz
Sequência didática híbrida com mediação digital para o ensino de óptica física e informação quântica no ensino médio	D7	Ensino Médio	Óptica	Vygotsky
Sala de aula invertida com experimentação no ensino da óptica na educação básica	D8	Ensino Médio	Óptica geométrica	Metodologias Ativas de Aprendizagem
Uma proposta metodológica para o ensino de conceitos de física mediada por técnicas do judô e a sala de aula invertida	D9	Ensino Médio	Conceitos em geral	Teoria da aprendizagem de Ausubel; Metodologias Ativas de Aprendizagem
Uso de vídeos do youtube e sala de aula invertida para o ensino do efeito fotoelétrico	D10	Ensino Médio	Efeito fotoelétrico	Vygotsky

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

¹ As dissertações e teses foram codificadas segundo a tipologia do texto. D para dissertação e T para tese, seguindo de um número sequencial para diferenciação.

A primeira classificação mostrou que a grande maioria dos trabalhos são desenvolvidos para o Ensino Médio (9 trabalhos dos 12 analisados). Ficou claro, ainda, que as temáticas são diversas com uma leve predileção a conteúdos em geral e óptica. No que se refere aos referenciais pode-se destacar a presença de Vygotsky, Bergman e Sams e ainda Ausubel.

Através dessa amostragem, foi possível, também, a distribuição dos trabalhos em Ano; Universidade; Programa e Região – contidos no Quadro 2.

Quadro 2. Distribuição dos trabalhos por ano, universidade, programa e região.

Código	Ano	Universidade	Programa	Região
D1	2019	UESC	MNPEF	Nordeste - Bahia
D2	2015	UFES	MNPEF	Sudeste – E. Santo
D3	2017	UFABC	MNPEF	Sudeste – S. Paulo
D4	2018	UERN- IFRN - UFRSA	Programa de Pós-Graduação em Ensino	Nordeste – Rio Grande do Norte
D5	2016	UFAM	MNPEF	Norte – Amazonas
D6	2015	UFSCAR	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas	Sudeste – S. Paulo
T1	2018	UFSM	Programa De Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde	Sul – Rio Grande do Sul
T2	2017	UFSM	Programa De Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde	Sul – Rio Grande do Sul
D7	2018	UNEB	MNPEF	Nordeste – Bahia
D8	2019	FURG	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas	Sul – Rio Grande do Sul
D9	2019	UFAL	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	Nordeste – Alagoas
D10	2019	UFGD	MNPEF	Centro-oeste – Mato Grosso do Sul

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Com essa nova distribuição observar-se que a grande maioria dos trabalhos encontrados foram desenvolvidos através do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, o que justificaria o fato da maioria dos trabalhos serem desenvolvidos para o Ensino Médio, já que o MNPEF é um programa de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase de conteúdos na Área de Física.

Na segunda classificação observou-se que a maioria da produção está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, isso se dá pelo fato de que há uma concentração da Pós-Graduação no Sul e Sudeste do país, embora o número de polos do MNPEF seja maior no Nordeste, vindo posteriormente o Sudeste e logo em seguida a região Sul.

Mesmo que a maioria dos trabalhos apresentados sejam dissertações, observa-se duas teses que foram acompanhadas pelo mesmo orientador, porém, com perspectivas e elaborações de produtos educacionais diferentes, uma para o

ensino superior e uma para o ensino médio, mostrando versatilidade do uso da SAI como uma metodologia para o ensino de Física em diferentes níveis, (Pastorio, 2018; Richter, 2017).

Embora a quantidade de trabalhos obtidos tenha sido pequena com relação ao ensino de Física, vale ressaltar que a utilização da metodologia SAI, como ferramenta de ensino, encontra-se em ascensão e vem ganhando espaço já que no ano de 2019 o número de dissertações produzidas corresponde a 48% das encontradas. Ressaltamos, também, que apesar de uma busca feita através do descritor SAI não se encontra entre os trabalhos os mesmos referenciais, ou seja, isso nos mostra que não existe um padrão de autores citados para o termo pesquisado. Isso é comum quando se trata de uma área nova, não consolidada. Que mesmo sendo um termo atrelado aos trabalhos dos professores norte-americanos Bergmann e Sams (2016), através da publicação de um livro, os próprios autores destacaram que o termo não pertence a nenhum professor ou pesquisador específico. Esta confirmação pode ser vista no Quadro 1, o que nos leva à conclusão de que há uma diversidade de métodos que podem ser caracterizados como formas de inversão da sala de aula, corroborando estudos da literatura (Oliveira, 2016)

Embora nos trabalhos aqui mapeados estejam presentes metodologias e estratégias desenvolvidas para o Ensino de Física, referenciais cognitivistas continuam sendo a principal fundamentação teórica dos pesquisadores, como por exemplo, Ausubel e Vygotsky estão presentes em 50% dos trabalhos encontrados. Por exemplo, no trabalho de Araújo (2019), utilizando metodologias que levaram em conta plataformas digitais que permitiram uma aprendizagem mais ativa e eficaz, através do método SAI, no estudo da Óptica Geométrica em turmas do 2º ano do Ensino Médio, a proposta foi aplicada com base nos trabalhos de Baker (2010) e Walter-Perez e Dong (2012), tendo como principal referencial teórico Vygotsky.

A seguir é feita uma breve descrição das dissertações e teses analisadas com a finalidade de proporcionar ao leitor uma visão geral do conteúdo, metodologia e resultados dos trabalhos analisados. As descrições foram organizadas através das características em comum existentes entre os mesmos.

Nível de ensino

Médio

Utilizando o método SAI como uma nova perspectiva de aprendizagem Freitas (2015) elaborou um trabalho utilizando a implementação da *flipped classroom* para o ensino de conceitos físicos, sendo este aplicado em cinco turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública. Com o objetivo de compreender as percepções dos alunos e do professor frente a esse método de ensino foi desenvolvido um estudo de caso partindo do princípio de coleta de dados de instrumentos qualitativos (entrevistas e questões abertas) e quantitativos (questões fechadas e a categorização das respostas presentes nas atividades desenvolvidas). O principal resultado foi uma grande eficácia do método, tendo como grande suporte as redes sociais, e que os alunos envolvidos no estudo apresentaram uma dependência considerável da figura do professor para o desenvolvimento das atividades propostas, levando o professor a assumir um papel de mediador na construção do conhecimento.

Em relação a SAI, através de roteiros elaborados para o ensino do Movimento Circular Uniforme (MCU), para turmas do 1º ano do ensino técnico integrado com o médio, no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFAM) –Campus Manaus Zona Leste, Barbosa (2016) propôs romper a barreira existente entre os alunos sob o ensino tradicional. Na primeira etapa, como objetivo principal, foi mostrado uma explicação ao professor de como seria feito a utilização da ferramenta educacional, EDpuzzle, e a orientação adequada para seus alunos quanto ao uso da mesma; já na segunda parte, considerada a mais importante, teve como fundamental importância a construção de um plano de aula acompanhado de roteiros com possíveis atividades que poderiam ser desenvolvidas em sala de aula, tendo como base teórica a taxonomia de Bloom, ajudando na orientação do educador para definições dos objetivos da aprendizagem e quais seriam as ferramentas tecnológicas fundamentais para atingir os objetivos impostos nas atividades de aprendizagem.

Atrelando o esporte com os conceitos físicos, Filho (2019) traz um trabalho que busca identificar as contribuições da SAI associada a videoaulas por meio das técnicas de judô, proporcionando o ensino-aprendizagem de alguns conceitos gerais da Física em uma turma do ensino médio. Com a utilização da plataforma *Google Classroom* foram disponibilizados testes e recursos audiovisuais confeccionados para a aplicação da SAI e a construção de conhecimentos nos alunos com ênfase na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Como resultados obtiveram uma maior interação entre professor-aluno e uma aula diversificada.

Superior

Destacando a SAI como uma inovação no ensino-aprendizagem, Almeida (2018) observou a dificuldade do professor (facilitador) em acompanhar todo o processo de desenvolvimento das atividades realizadas fora da sala de aula. Objetivando a realização de diagnóstico das práticas e dificuldades encontradas, servindo de base para delimitar os requisitos para um sistema multiagente de apoio à SAI, de acordo com as necessidades dos usuários para correção do problema inerente à implementação dessa teoria da aprendizagem. Tendo como principais fundamentos teóricos Apolinário (2016) e Morettin (2010), o resultado dessa pesquisa foi a criação de um módulo específico para apoiar educadores durante a aplicação da SAI, inserido no moodle.

Diferente da maioria dos trabalhos já citados, Tomanik (2015) utilizou uma turma de licenciandos de Física da Universidade Federal de Uberlândia, utilizando um software de modelagem matemática computacional, o Modellus, tendo como objetivo demonstrar a viabilidade da aplicação da metodologia denominada SAI a partir do desenvolvimento de materiais instrucionais simples e com o emprego de recursos disponíveis à maioria dos professores de Física. Os principais resultados reforçam a viabilidade da SAI e à elaboração de um tutorial em texto cobrindo todo o conteúdo de Física utilizado na experiência.

Conceitos trabalhados

Dentre os conteúdos mais abordados encontra-se o de Óptica e para Vega (2018), com o intuito de promover ainda mais o ensino de Óptica no Ensino Médio, seu objetivo foi propor um produto que contorna as dificuldades existentes no ensino

de Óptica através do potencial educativo existente nos recursos digitais, da motivação proporcionada pelas recentes aplicações tecnológicas advindas da informação quântica e de novas metodologias educacionais como a SAI.

Com o mesmo intuito de aprimorar o ensino de Óptica, o trabalho de Confortin (2019) relata, analisa e discute a construção e implementação da SAI no ensino da óptica geométrica na Educação Básica. Tendo como resultado a construção de um “Roteiro de aplicação de Sala de Aula Invertida com experimentação no ensino de óptica geométrica” direcionado a professores de Física. A metodologia foi aplicada no 2º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual situada no interior do Rio Grande do Sul. O material didático contém apresentação teórica, exemplos, exercícios e questões norteadoras de pesquisa que foi enviado aos alunos por uma rede social. Através da aplicação da SAI juntamente com experimentação provocou a aproximação do aluno com o ensino da óptica além de potencializar as interações ocorridas entre aluno-professor.

A Física Moderna, mesmo se tratando de um assunto trabalhado no último ano do Ensino Médio e, muitas vezes, nem visto, também esteve presente nos trabalhos. Santos (2017), por exemplo, elaborou uma sequência didática necessária para explicar o comportamento de materiais semicondutores e o funcionamento do LED. Baseada na teoria da aprendizagem de Ausubel que leva em consideração os conhecimentos prévios que o aluno possui, procurando fornecer um significado relevante sobre a importância do assunto abordado. Dentre várias metodologias, o uso da SAI foi implementado onde o docente oferece ao aluno condições para um estudo fora da sala de aula. O produto educacional foi criado com o intuito de ser aplicado com alunos do 2º ou 3º anos do Ensino Médio, mostrando a eficácia da SAI e deixando como uma proposta viável para o preenchimento da falta de material instrucional para o professor que deseja trabalhar de forma inovadora sobre o tema.

Gonçalves (2019) trouxe tal conteúdo como uma forma de ensinar o Efeito Fotoelétrico, abordando o tema de forma didática, é proposto uma sequência didática que utiliza a SAI através de materiais disponíveis no YouTube e em PDF como instrumentos auxiliares para o estudo do conteúdo, tendo como embasamento teórico a teoria de Levi Vygotsky, pautando a interatividade como forma de contribuição na aprendizagem.

Análise textual apoiada no Iramuteq

Como procedimento adicional à análise já expressa anteriormente foi realizada uma análise que traz elementos da análise de conteúdo de Bardin (2002) porém tendo como suporte o software de análise textual IRAMUTEQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires).

Na Figura 2 temos a sugestão de emergência de seis classes no discurso dos doze trabalhos analisados. Ao se fazer a análise nota-se que as classes 2, 4, 5 e 6 apresentam proximidade lexical e, portanto, foram incorporadas em uma única categoria de análise que corresponde a 65,9% dos segmentos de texto. A essa categoria deu-se o nome de “Definição e características”. No dendrograma (figura 2) nota-se a existência de uma classe bem distante lexicalmente das demais (Classe 3), essa classe

foi incorporada à categoria “Metodologia de Pesquisa”, com 17,7% dos segmentos de texto. E a classe 1 foi incorporada à categoria “Meios de Ensino” com 16,5% dos segmentos de texto classificados.

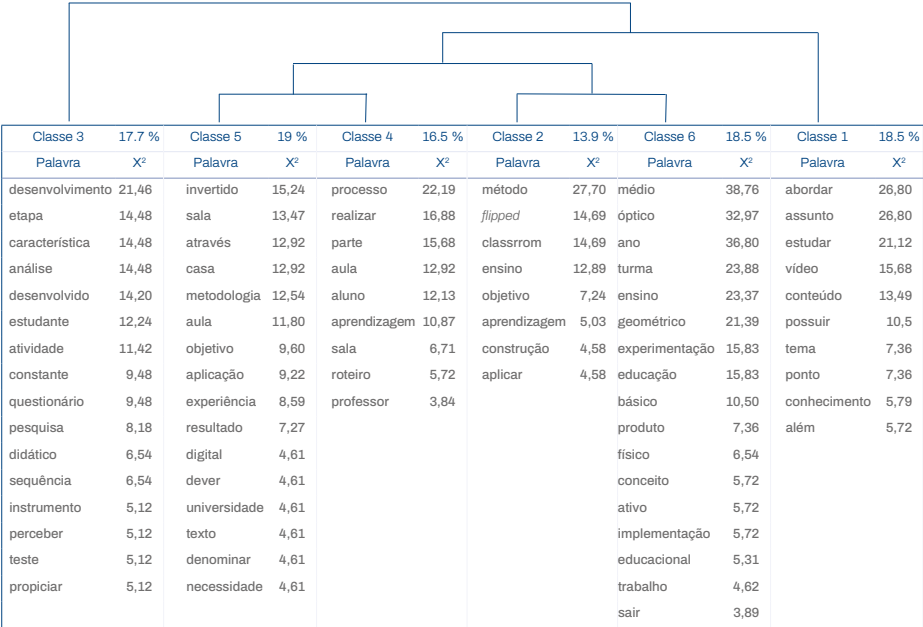


Figura 2. Dendrograma com classes obtidas no Iramuteq.
Fuente: elaboração pelos autores.

A primeira categoria “Definição e características” agrega os segmentos de texto que se encontram principalmente na área central da análise fatorial acima. Perceba-se que as cores (mesmas do dendrograma) demonstram a proximidade fatorial das palavras o que corrobora a decisão de considerar essas classes como componentes de uma mesma categoria. Essencialmente os segmentos de texto versam sobre a definição e características da SAI como compreendida em cada trabalho. As duas outras categorias apresentam aspectos metodológicos do ponto de vista da pesquisa realizada (Metodologia de Pesquisa) e da proposta de ensino (Meios de Ensino).

Vale salientar que grande parte dos textos analisados são fruto de mestrados profissionais e como afirmado por Damiani *et al.* (2013) as pesquisas de intervenção pedagógica devem descrever os métodos de pesquisa e os métodos de ensino separados, daí provavelmente as duas categorias que emergem diante das classes do dendrograma e Análise Fatorial Correspondência. Há que se notar também que segundo os autores algumas pesquisas são erroneamente classificadas como pesquisa-ação.

Outro tipo de pesquisa muito comum nas dissertações de mestrado profissional é a pesquisa-ação. Também nesse caso se justifica a emergência de duas classes ligadas a metodologia, uma vez que nas pesquisas do tipo ação, segundo Tripp (2005) existem as etapas de intervenção e avaliação do processo de intervenção.

Por fim, temos as figuras 3 e 4 (Nuvem de palavras e Grafo de similitude).

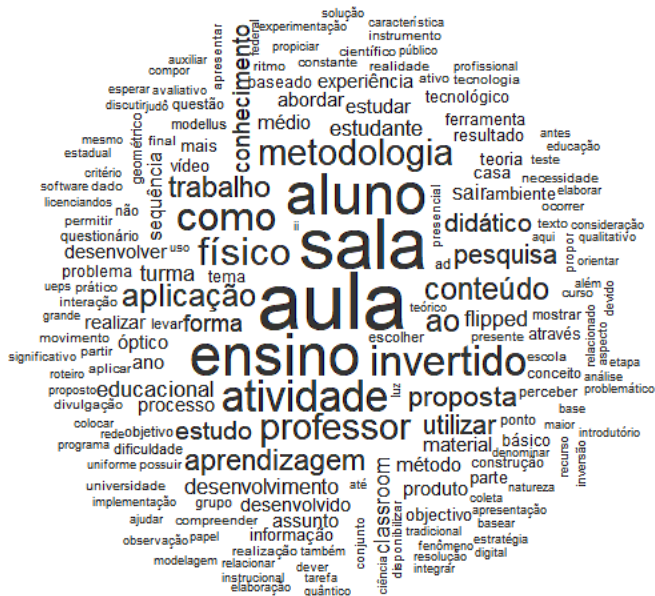


Figura 3. Nuvem de palavras.

Fuente: elaboração própria.

Ainda que a nuvem de palavras tenha pouca informação quando comparada à CHD e AFC, essa traz a confirmação das categorias encontradas anteriormente. Em que a SAI, a Metodologia de Ensino e o foco no aluno são encontrados entre as palavras de maior frequência. Ao passo que a Figura 4 nos traz um grafo de similitude traz informações que podem ser adicionadas para a compreensão.

Podemos perceber que a SAI é, como esperado, o tema central, mas que existem informações adicionais nas outras extremidades. Nota-se que a palavra professor encontra-se secundarizada à palavra aluno, o que é também um bom indício de que a ênfase se dá no aluno e não no professor. Porém, há que se destacar que a palavra ensino aparece com grande destaque e que a palavra aprendizagem não aparece. Há aqui uma contradição. Como falar de ensino, ainda mais com uma metodologia ativa e não ter foco na aprendizagem? Essa informação parece indicar que parte das dissertações tem como foco o processo voltado muito mais ao professor (ensino) do que ao processo mais ligado ao aluno (aprendizagem). Essa inferência pode indicar uma dicotomia não desejada na abordagem das questões escolares com a SAI, pois há muito pesquisadores alertam que não se pode separar o ensino da aprendizagem (Kubo & Botomé, 2001). Dado que hoje não se concebe a separação entre os dois fenômenos, mesmo para a investigação, torna-se preocupante que os conceitos estejam em espaços distintos. Outra informação relevante quando se trabalha o grafo de similitude dos textos é que as pesquisas relatadas apresentam forte relação com sequências didáticas, sendo proposições de como implementar a SAI em um contexto de prática.

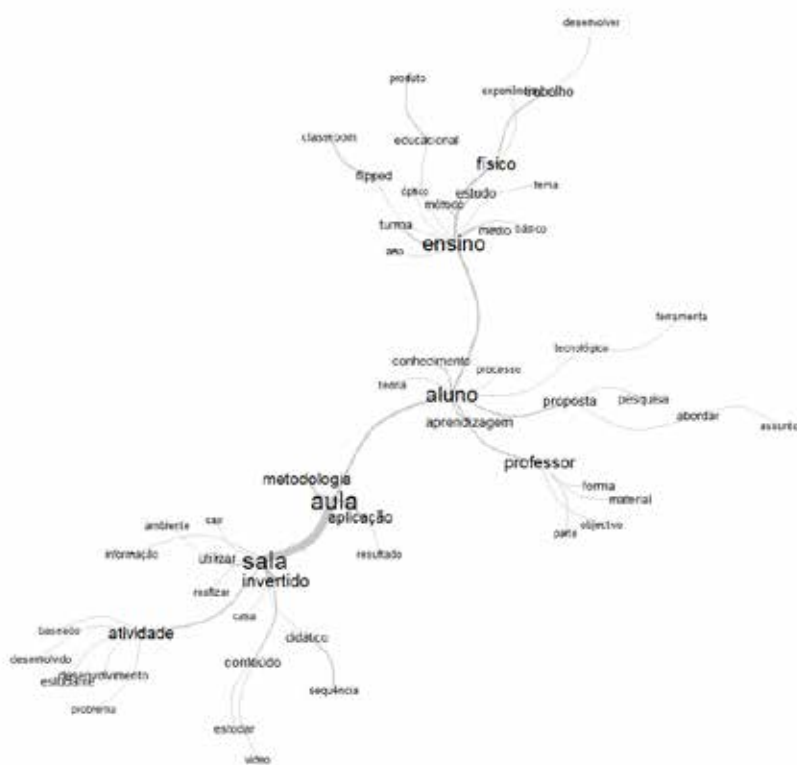


Figura 4. Gráfico de similitude.

Fuente: elaboração própria.

4. Considerações finais

Com o intuito de compreender os avanços nas pesquisas em SAI, na qual a própria lógica da organização das atividades de ensino-aprendizagem é invertida e na qual a aquisição do conhecimento tornar-se-ia mais apropriada para os tempos atuais, neste trabalho buscamos, através de dissertações e teses existentes no periódico CAPES, analisar as características e contribuições dos trabalhos de pós-graduação *stricto sensu*.

No decorrer desta produção, que é um estado do conhecimento, foram obtidos doze textos que abordavam a estratégia da SAI no ensino de Física. Observa-se que ainda há uma lacuna de produções sobre essa temática, já que a busca foi feita em uma plataforma que agrega toda a produção nacional. Essa ausência se faz notar principalmente quando se trata em conteúdos já que a maior parte da produção se concentrou na Óptica, conteúdos gerais e Física Moderna. Porém, mesmo assim, a ideia metodológica nos permite compreender melhor, e com mais coesão, o uso da SAI como uma verdadeira proposta para o ensino de Física, possuindo, então, grande potencialidade de aplicações e rendimentos, nos mostrando confiabilidade tanto por parte dos educadores como dos educandos.

Através das classificações feitas, destaca-se que grande parte da produção desenvolvida é realizada por professores do ensino básico através do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), o que nos possibilita averiguar uma grande procura em desenvolver produtos educacionais que possam ajudar e serem desenvolvidos em salas de aulas com suas perspectivas de ensino e condições existentes. É importante ressaltar que a maioria da produção existentes concentra-se nas regiões Sul e Sudeste, mesmo o Nordeste possuindo uma maior concentração de polos do MNPEF.

Os resultados demonstram que a implementação das atividades desenvolvidas nas teses e dissertações, sendo elas no Ensino Médio ou Superior, foram promotoras de grande satisfação, o que nos faz perceber a necessidade de ajustes no ensino tradicional. Nota-se, no decorrer das leituras, que a principal finalidade, por partes dos professores, seria na aplicação das atividades, deixando um pouco de lado o processo de compreender de maneira fundamentada a aprendizagem dos alunos e a eficácia dos estudos com base no desenvolvimento através dos referenciais teóricos, mesmo sendo discutido um forte indício de pesquisas de intervenção pedagógica com ênfase nas questões em dois grupos de interesse de investigação: um primeiro que visa compreender o ensino e outro que visa compreender a aprendizagem baseada na estratégia.

Ressaltamos, pelo atual momento que a educação se encontra, que a SAI possui grande relevância para o Ensino de Física, tornando-se imprescindível para o desenvolvimento de novas estratégias e produtos educacionais para o ensino, sendo ele em Física ou em outras áreas. Que, tal implementação, pode possibilitar grandes progressos e resultados na aprendizagem com grandes embasamentos teóricos, possibilitando, assim, melhores compreensões no processo ensino-aprendizagem por partes dos professores e estudantes.

Referências

- Almeida, L. M. B. de (2018). *Levantamento dos requisitos de uma ferramenta computacional de apoio à sala de aula invertida* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Semi-Árido; Universidade do Estado do Rio Grande do Norte; Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Mossoró, Brasil).
- Apolinário, F. (2016). *Metodologia da Ciência: filosofia e prática da pesquisa*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning.
- Araújo, J. C. (2019). *A metodologia da sala de aula invertida aplicada ao estudo da óptica geométrica para o ensino médio*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Brasil)
- Aşıksoy, G. (2018). The effects of the gamified flipped classroom environment (GFCE) on students' motivation, learning achievements and perception in a physics course. *Quality & Quantity*, 52(S1), 129-145.
- Aşıksoy, G. & Özdamli, F. (2015). Flipped Classroom adapted to the ARCS Model of Motivation and applied to a Physics Course. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12, 1589-1603.
- Bacich, L. & Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre, Brasil: Penso Editora.

- Baker, J.W. (2015b). The classroom flip: Using web course management tools to become the guide by the side. <https://bit.ly/3ChgzYB>; <https://bit.ly/3pq1x5Q>
- Barbosa, P. C. P. (2016). Movimento circular uniforme: aprendizagem pelo modelo da sala de aula invertida (flipped classroom). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Brasil) <https://bit.ly/2ZdNlIL>
- Bardin, L. (2002). *Análise de conteúdo*. Lisboa Edições 70.
- Berbel, N. (2011). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 32(1), 25-40.
- Bergmann, J. & Sams, A. (2016). *Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. (Tradução Afonso Celso da Cunha Serra). 1ª ed., Rio de Janeiro, Brasil: LTC.
- Camargo, B., Justo, A., (2013). IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas em Psicologia*, 21(2), 513-518.
- Confortin, C. K. Cl. (2019). *Sala de aula invertida com experimentação no ensino da óptica na educação básica* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antônio da Patrulha, Brasil)
- Cuesta-Beltrán, Y. (2018). Estado del arte: tendencias en la enseñanza de la física cuántica entre 1986 y 2016. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 44, 11-17.
- Damiani, M. F., Rochefort, R. S., de Castro, R. F., Dariz, M. R. & Pinheiro, S. S. (2013). *Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica*. *Cadernos de Educação*, 45(1), 57-67.
- Deponti, M. A. M. & Bulegon, A. M. (2018). Uma revisão de literatura sobre o uso da metodologia sala de aula invertida para o ensino de física. *Vidya*, 38(2), 103-118.
- Filho, R. B. dos S. (2019). *Uma proposta metodológica para o ensino de conceitos de física mediada por técnicas do judô e a sala de aula invertida* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Brasil)
- Fisch, K. (2010, April 19). Transparent algebra: Homework [Blog post]. <https://bit.ly/3BdTyeB>
- França, S. & Siqueira, M. (2019). Propostas didáticas no ensino de física para deficientes visuais: análise de trabalhos em periódicos e eventos nacionais (2000 -2018). *Lat. Am. J. Phys. Educ*, 13(4), 1-8.
- Freitas, A. & Pires, C. (2015). Estado da Arte em educação matemática na EJA: percursos de uma investigação. *Ciência & Educação*, 21(3), 637-654.
- Freitas, V. J. de (2015). *A percepção dos alunos da 1ª série do ensino médio da utilização do método da flipped classroom no ensino de física* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil)
- Gomes, A. L., Brettas, A. C. F. & Marques, W. (2020). A Sala de aula invertida na pós-graduação brasileira: uma análise das produções entre 2015 e 2019. *Research, Society and Development*, 9(12), e28991211192-e28991211192.
- Gonçalves, S. A. (2019). *Uso de vídeos do Youtube e da sala de aula invertida para o ensino do efeito fotoelétrico* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Brasil)
- Kubo, O. & Botomé, S. (2001). Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. *Interação em Psicologia*, 5(1). <https://doi.org/10.5380/psi.v5i1.3321>
- Macêdo, J., Pedrosa, L., Voelzke, M. & Araújo, M. (2014). Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(1), 11-25.
- Mazur, E. (2015). *Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa*. Bookman.
- Morán, J. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. *Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*, 2(1), 15-33.
- Morettin, L. G. (2010). *Estatística básica: probabilidade e inferência*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

- Nunes, A., Dantas, J., Oliveira, Ó. & Hussein, F., (2016). Revisão no Campo: O Processo de Ensino-Aprendizagem dos Conceitos Ácido e Base entre 1980 e 2014. *Química Nova na Escola*, 38(2), 185-196.
- Oliveira, T. (2016). Sala de aula invertida (flipped classroom): Inovando as aulas de física. *Física na Escola*, 14(2), 4-13.
- Pastorio, D. P. (2018). *Processos avaliativos reflexivos integrados a tarefas contínuas no âmbito do ensino superior em física* (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil).
- Rezende, F., Ostermann, F. & Ferraz, G., (2009). Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(1), 1-8.
- Richter, S. S. (2017). *Sequência de atividades didáticas para uma abordagem fenomenológica da ondulatória em uma perspectiva de sala de aula invertida* (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil)
- Romanowski, J. & Ens, R., (2006). As pesquisas denominadas do tipo "Estado da Arte". *Diálogos Educacionais*, 6(6), 37-50.
- Santos, S. C. do E. (2017). *Dispositivo eletrônico semicondutor led: uma abordagem baseada em unidade de ensino potencialmente significativa* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do ABC, Santo André, Brasil)
- Şengel, E. (2014). Using the 'flipped classroom' to enhance physics achievement of the prospective teacher impact of flipped classroom model on physics course. *Journal of the Balkan Tribological Association*, 20(3), 488-497.
- Souza, F. C. S., Nunes, A. O. & Oliveira, M. A. (2020). O programa de pós-graduação em educação profissional e tecnológica e a formação humana integral: análise da produção acadêmica no IFRN/Mossoró. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*, 2(19), <https://doi.org/10.15628/rbept.2020.11629>.
- Suhr, I. (2016). Desafios no uso da sala de aula invertida no ensino superior. *Revista Transmutare*, 1(1), 4-21.
- Teixeira, P. M. M. & Neto, J. M. (2012). O estado da arte da pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(1). <https://bit.ly/3E5jL0m>
- Tomanik, M. (2015). *O uso do software modellus na formação inicial de licenciandos em física dentro da abordagem metodológica da sala de aula invertida* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil)
- Tripp, D., (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 443-466.
- Valério, M. & Beleti, C. R. (2019). Caracterização da produção acadêmica brasileira sobre a sala de aula invertida. *Revista Actio*, 4(3), 17-34.
- Vega, L. F. L. (2018). *Sequência didática híbrida com mediação digital para o ensino de óptica física e informação quântica no ensino médio* (Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, Brasil).
- Walter-Perez, N. & Dong, J. (2012). Flipping the classroom: How to embed inquiry and design projects into a digital engineering lecture, in *Proceedings of the American Society for Engineering Education (ASEE) PSW Section Conference*. San Luis Obispo, CA. <https://bit.ly/3vxRtJ4>

Como citar em APA:

Silva, J. D., Oliveira, A. & Oliveira, A (2021). A produção do conhecimento sobre sala de aula invertida no ensino de Física: um olhar sobre a pós-graduação brasileira. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 123-138. <https://doi.org/10.35362/rie8724577>

O romance no ensino da Física Moderna e Contemporânea: uma proposta metodológica

Maria Natália Mouta de Oliveira¹ 

Gilberto Dantas Saraiva² 

Maria Sonia Silva de Oliveira Veloso³ 

Antônio Joel Ramiro de Castro⁴ 

¹ Secretaria Municipal de Educação Crateús, Ceará; ² Universidade Estadual do Ceará (UECE); ³ Universidade Federal de Roraima (UFRR); ⁴ Universidade Federal do Ceará (UFC), Brasil

Resumo. O ensino de Física no Brasil está voltado para a memorização e a preparação para provas, tornando o processo de ensino aprendizagem superficial. Os conceitos são ensinados na maioria das vezes sem uma contextualização e uma aproximação com o cotidiano, e ainda na Educação Básica tradicionalmente a Física Moderna e Contemporânea (FMC) não é parte obrigatória, tendo em vista a sua complexidade em conceitos e fórmulas. Diante desse contexto, propõem-se nessa pesquisa o uso de leituras paradidáticas como metodologia para trabalhar a FCM na Educação Básica. A pesquisa ocorreu de forma remota com 80 estudantes, com a utilização de um romance de autoria própria, onde são abordados temas da FMC. O trabalho tem como objetivo apresentar os conceitos da FMC, com uma linguagem mais acessível, inspiradora, visando a aprendizagem dos fenômenos físicos através da leitura. Os resultados mostraram um percentual de acerto maior que 75% para as questões fenomenológicas e conteudista. Porém, sabe-se, que o ensino de Física é desafiador e que essa proposta não resolve todos os problemas, mas, pode ser um dos caminhos para consolidar melhor o ensino dessa ciência, que muito tem a contribuir com o desenvolvimento da sociedade.

Palavras-chave: leitura; aprendizagem; ensino de Física.

La novela en la enseñanza de la Física Moderna y Contemporánea: una propuesta metodológica

Resumen. La enseñanza de la Física en Brasil se centra en la memorización y preparación para las pruebas, haciendo que el proceso de enseñanza sea un aprendizaje superficial. Los conceptos se imparten la mayor parte del tiempo sin una contextualización y aproximación con la vida cotidiana, y aún en Educación Básica, la Física tradicionalmente Moderna y Contemporánea (FMC) no es una parte obligatoria, dada su complejidad en cuanto a conceptos y fórmulas. Ante este contexto, esta investigación propone el uso de lecturas paradidáticas como metodología para trabajar la FCM en Educación Básica. La investigación se realizó de forma remota con 80 estudiantes, con el uso de una novela de su propia autoría, donde se abordan temas de FMC. El trabajo tiene como objetivo presentar los conceptos de FMC, con un lenguaje más accesible e inspirador, con el objetivo de aprender los fenómenos físicos a través de la lectura. Los resultados mostraron un porcentaje de acierto superior al 75% para las cuestiones fenomenológicas y de contenido. Sin embargo, se sabe que la enseñanza de la Física es desafiante y que esta propuesta no resuelve todos los problemas, pero puede ser una de las formas de consolidar mejor la enseñanza de esta ciencia, que tiene mucho que aportar al desarrollo de la sociedad.

Palabras clave: lectura; aprendizaje; enseñanza de la Física.

The novel in the teaching of Modern and Contemporary Physics: a methodological proposal

Abstract. The teaching of Physics in Brazil is focused on memorization and preparation for tests, making the teaching process superficial learning. The concepts are taught most of the time without a contextualization and an approximation with the everyday, and still in Basic Education traditionally Modern and Contemporary Physics (FMC) is not a mandatory part, in view of its complexity in concepts and formulas. Given this context, this research proposes the use of paradidactic readings as a methodology to work FCM in Basic Education. The research took place remotely with 80 students, with the use of a novel by her own authorship, where FMC themes are addressed. The work aims to present the concepts of FMC, with a more accessible, inspiring language, aiming at learning physical phenomena through reading. The results showed a percentage of correctness greater than 75% for the phenomenological and content issues. However, it is known that the teaching of Physics is challenging and that this proposal does not solve all the problems, but it may be one of the ways to better consolidate the teaching of this science, which has much to contribute to the development of society.

Keywords: reading; learning; Physics teaching.

1. Introdução

O ensino de Física na Educação Básica deve promover a conexão com as diferentes áreas do conhecimento e sua contextualização com a realidade dos estudantes. No entanto, o ensino de Física ainda ocorre de forma tradicional através de memorização de fórmulas, de modo descontextualizado e não interdisciplinar. Devido a isto, os discentes demonstram um desinteresse pela disciplina, bem como dificuldade no processo de ensino aprendizagem, de relacionar o conteúdo com o cotidiano e ainda consideram a Física como uma extensão da Matemática.

De acordo com Moreira (2021), ainda existem muitos desafios no ensino de Física, pois, de forma geral os estudantes não aprendem, apenas memorizam fórmulas, conceitos e definições, que logo são esquecidos. Aprender Física, na sua visão é muito mais que decorar e dar respostas prontas, envolve a contextualização e a criticidade. Nesse contexto, surge a possibilidade de elaborar metodologias que promovam o caráter conceitual, reflexivo e poético da Física.

O ensino de Física na Educação Básica, de acordo com os autores Nunes e Macedo (2018) é restringido a conceitos clássicos, a Física Moderna e Contemporânea (FMC) tradicionalmente não é parte obrigatória do currículo para essa etapa de ensino, mesmo sendo sugerida nos documentos oficiais.

Nessa perspectiva, de diminuir as lacunas no ensino de Física e inserir a FMC na Educação Básica, sugere-se nesta pesquisa, a utilização de metodologias alternativas, como os textos paradidáticos, pois, como apresentado por Moura (2017), a utilização de leituras paradidáticas, pode ampliar a capacidade dos estudantes não só na sua prática de leitura, como na interpretação, imaginação, entre outras habilidades.

Diante desse cenário, realizou-se uma pesquisa de campo com 80 estudantes, da Educação Básica e Ensino Superior, de forma remota por meio de um aplicativo, onde foi trabalhado um romance de autoria própria, com o objetivo de analisar as contribuições da leitura proposta, para a motivação e aprendizagem dos conceitos de Física.

Com os dados coletados, nota-se que a utilização da leitura do romance para ensinar FMC, foi considerado pelos estudantes uma metodologia que desperta o interesse e facilita a compreensão dos conceitos, alcançando-se dessa forma os objetivos pretendidos pela pesquisa.

2. Referencial teórico

2.1 O ensino de Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica

De acordo com autores Nunes e Macedo (2018), o ensino de Física no Brasil para a Educação Básica ainda é baseado na abordagem Clássica, com conceitos básicos de mecânica, ótica, termodinâmica e no máximo o de eletromagnetismo.

Atualmente vivemos em um cenário educacional em que a disciplina de física é ministrada mediante uma grade curricular que aborda os conteúdos da física clássica, como a mecânica clássica, a termodinâmica clássica e o eletromagnetismo (Nunes e Macedo, 2018, p. 1).

Sabe-se, no entanto, que a Física Clássica não explica determinados fenômenos como o Efeito Fotoelétrico, que é compreendido somente a partir da Física Quântica que surgiu na segunda metade do século XIX. Moreira (2007) defende também que não faz sentido a Física ensinada nas escolas seja restrita aos conceitos clássicos que vão apenas até o século XIX.

Verifica-se dessa forma, que é inegável a relevância de se ensinar conceitos de FMC ainda na Educação Básica. Para os autores Silva e Almeida (2011), essa importância está relacionada ao fato de sua eficácia nas tecnologias modernas, como pode ser citado os lasers, supercondutores e transistores, que compõem muitos equipamentos utilizados pelos jovens de hoje. Adicionalmente, os autores mencionam a LDB, que defende um ensino de Física contextualizado, associado ao cotidiano do estudante.

Por estar diretamente relacionada às tecnologias modernas e pelo fato de documentos oficiais da educação brasileira (Lei de Diretrizes e Bases, Parâmetros Curriculares Nacionais, entre outros) defenderem um ensino mais contextualizado, mais ligado à cultura humana, é inegável a importância de se ensinar FMC no Ensino Médio, incluindo a Física Quântica (Silva e Almeida, 2011, p. 626).

As principais dificuldades para inserção de uma Física para além da Clássica na Educação Básica, de acordo com Nunes e Macedo (2018) é a matemática que descreve os fenômenos, pois envolve cálculos diferenciais que são um pouco avançados para esta etapa de ensino e os conceitos quânticos que por muitas vezes divergem do senso comum.

O formalismo matemático que trata da descrição quântica, os novos conceitos que fogem da Física Clássica e que desafiam o senso comum, os experimentos que abordam temáticas da Mecânica Quântica que as vezes são difíceis de serem compreendidos, são algumas dificuldades que o professor e o aluno devem enfrentar ao tratar o conteúdo de Física Quântica no ensino médio (Nunes e Macedo, 2018, p. 2).

Diante do exposto, percebe-se, que embora se tenha conhecimento sobre a importância do ensino de FMC para a Educação Básica, ainda existem muitas dificuldades na implementação dessa ideia, como pode ser citado a resistência de alguns professores, materiais inadequados, entre outras. Porém, a cada dia está crescendo o número de trabalhos, com o propósito de implementar esses conceitos e de melhorar o processo de ensino aprendizagem.

2.2 Aprendizagem significativa crítica

Moreira (2010) apresenta que a aprendizagem significativa é caracterizada por considerar a relação existente entre os conhecimentos novos que são adquiridos com os conhecimentos prévios, fortalecendo o que já se sabia antes e amadurecendo o novo que foi conhecido.

Moreira (2010) ainda destaca que a “aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela” (Moreira, 2010, p. 7). Dessa forma o estudante, mesmo sendo parte

de sua cultura, não será submetido por ela, ou seja, faz parte de um povo, mas tem suas próprias experiências, perspectivas, um sujeito ativo e crítico da sociedade em que vive.

É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo (Moreira, 2010, p.7).

O processo de ensino aprendizagem através da interação entre a nova informação abordada com a estrutura cognitiva do aluno é argumentado nos princípios da aprendizagem significativa de Ausubel. Além disso, indica que a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno encontra sentido no que está aprendendo e relaciona esses conceitos através de pontes cognitivas ou subsunçores de aprendizagem, que irão relacionar o novo com o que o aluno já sabe.

Ausubel também apresenta estratégias facilitadoras de aprendizagem como: os organizadores prévios, os mapas conceituais e os diagramas. De modo análogo, Moreira (2010), apresenta também onze princípios, os quais ele considera facilitadores da aprendizagem significativa crítica. Dentre estes destaca-se o terceiro princípio, o Princípio da não centralidade do livro didático, que trata do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos, bem como da diversidade de materiais instrucionais.

Nesse princípio da teoria de Moreira (2010), é apresentado que o livro texto é apenas mais uma ferramenta que os professores podem utilizar para alcançar seus objetivos, a aprendizagem dos estudantes, porém, não é a única que pode ser utilizada, e sugere os contos, artigos, entre outras obras que podem sim, auxiliar muito bem na aprendizagem dos estudantes.

Artigos científicos, contos, poesias, crônicas relatos, obras de arte e tantos outros materiais representam muito melhor a produção do conhecimento humano. São maneiras de documentar de maneira compacta o conhecimento produzido (Moreira, 2010, p. 10).

Utilizar materiais alternativos na visão de Moreira (2010), é um princípio facilitador da aprendizagem e quando bem utilizados com responsabilidade e coerência, podem trazer excelentes resultados.

A utilização de materiais diversificados, e cuidadosamente selecionados, ao invés da "centralização" em livros de texto é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica. (Moreira, 2010, p. 10).

2.3 A utilização de romances no ensino de Física

O romance, de acordo com o que se encontra na literatura é uma narrativa que se organiza em sequências de fatos que estão interligados entre si e que acontecem em um tempo determinado, sendo também, um dos gêneros textuais mais populares entre o público jovem.

De modo geral, o ensino deve ser respaldado na leitura e mesmo em componentes curriculares como a Física cabe sim, a utilização de textos que podem variar desde o livro didático, a romances, poesias, textos científicos, entre outros.

O espaço de leitura pode ser realizado através dos livros didáticos e aos que eles denominam de “textos alternativos”, em que se enquadrariam os romances, poesias, textos de divulgação científica e textos jornalísticos (Gomes, 2011, p. 72).

Para o ensino de Física, muitas dessas leituras podem ser utilizadas, pois segundo Zanetic, 1990, essa ciência tem seus mistérios próprios, que pode muito bem se enquadrar em um romance, podendo ser assim aproveitado para diversificação das aulas, porém, reitera que esta não deve ser a única alternativa de metodologia para o ensino da Física.

A Física também é cultura. A Física também tem seu romance intricado e misterioso. Isso não significa a substituição da Física escolar “formulista” por uma Física “romanceada”. O que desejo é fornecer substância cultural para esses cálculos, para que essas fórmulas ganhem realidade científica e que se compreenda a interligação da Física com a vida intelectual e social em geral (Zanetic, 1990, p. 8).

De acordo com os autores Setlik e Higa (2020), as pesquisas em ensino de Física apresentam, que a leitura proporciona muito mais que o aprendizado de conceitos, esta contribui para a formação integral dos estudantes e ainda consegue-se estabelecer relações da Física com outras áreas do conhecimento como a Literatura.

Na área de pesquisas em ensino de Física, estudos apontam, por exemplo, possibilidades que a leitura de textos escritos proporciona para o aprendizado de conceitos físicos no Ensino Médio, como uma formação crítica e a possibilidade de estabelecer relações da Física com outras áreas do conhecimento (Setlik e Higa, 2020, p. 3).

A princípio, pode-se considerar que a Física e a Literatura são duas coisas distintas e difíceis de serem trabalhadas juntas, no entanto, os autores Santos et al. (2017), consideram que esta metodologia pode ser, uma das formas de se explorar a imaginação do estudante, tão necessária para a compreensão dos conceitos físicos.

À primeira vista, física e literatura parecem duas disciplinas distantes. Mas o físico apaixonado por arte acredita que a literatura permite investigar todo o contexto sociocultural em que a ciência está inserida, além de explorar o imaginário do aluno (Santos et al., 2017, p. 1149).

Santos et al. (2017), também acrescentam que essa ferramenta pode vir a fortalecer o ensino da FMC, preenchendo possíveis lacunas deixadas pelos livros textos tradicionais.

Não só de fórmulas vivem as aulas de física. Os romances podem ser um poderoso instrumento para preencher lacunas deixadas pelos livros didáticos nas explicações de conceitos da física moderna (Santos et al., 2017, p. 1149).

2.4 Ensino remoto

O ano de 2020 foi marcado por um cenário educacional atípico: mudanças de hábitos, alterações na mediação quanto ao ensino formal e o uso de ferramentas digitais. Adequações necessárias para a continuidade do ensino, tendo em visto o grave problema de saúde pública, ocasionado pelo vírus SARS-CoV-2, que colocou o mundo em quarentena.

Dessa forma o ensino da rede pública e privada brasileira em 2020, deram continuidade às suas atividades educacionais de forma remota, podendo se estender esse formato até o ano de 2021, como apresentado na resolução do Conselho Nacional de Educação (CNE) regulamentado na Lei nº 14.040, de 18 de agosto de 2020, que amplia as normas excepcionais de atendimento educacional e estende até o final de 2021, a permissão para que as instituições de ensino pública e particular a darem continuidade às atividades remotas para o ensino básico e superior.

Respaldados no que diz a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), parágrafo 4º do Art. 32, nas orientações do CNE e CEE-CE parecer Nº 205/2020, de 22 de julho de 2020, instalou-se em todo estado do Ceará o ensino remoto, desde a educação infantil ao ensino superior nas unidades educacionais públicas e privadas.

E mesmo os desafios desse formato de ensino sendo significativos, podendo ser citados o acesso a internet de boa qualidade, a falta de equipamentos eletrônicos, entre outros, o autor Arruda 2020, considera que este, é indispensável, para que assim possa ser mantido o vínculo entre professores e alunos, o que se enquadra muito bem na situação vivenciada.

Podemos afirmar, portanto, que a educação remota é um princípio importante para manter o vínculo entre estudantes, professores e demais profissionais da Educação (Arruda, 2020, p. 266)

O ensino remoto é a experiência de ensinar a distância, com o uso de tecnologias ou não, tanto para exposição dos conteúdos como para o acompanhamento das/os estudantes no desenvolvimento de suas atividades. Prática necessária para o atual cenário educacional, pois a volta as aulas presenciais de acordo com os especialistas ainda não é segura.

3. Metodologia

Para atender os objetivos traçados, foi realizada uma pesquisa de campo com 80 estudantes, sendo destes, 77 da rede pública de ensino (38 Ensino Fundamental e 28 Ensino Médio e 11 do Ensino Superior), afim de compreender como a leitura paradidática proposta: Memórias de Luiza, um romance sobre a FMC, pode motivar e facilitar a aprendizagem dos conceitos físicos pelos estudantes.

A pesquisa de campo caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa (pesquisa ex-post-facto, pesquisa-ação, pesquisa participante, etc.) (Fonseca, 2002, p. 50).

No desenvolver do romance, são explicados temas relevantes dentro da Física Moderna e Contemporânea, como por exemplo o Efeito Fotoelétrico, Princípio da Incerteza, Dualidade Onda-Partícula, O novo Modelo Atômico como também algumas aplicações dessa ciência para o cotidiano dos estudantes. No final é descrito as características quânticas do Universo e uma correção da personagem com a cientista Marie Curie.

A pesquisa foi realizada de forma remota, em decorrência do isolamento social, nos meses de dezembro de 2020 e janeiro de 2021, com a utilização de um aplicativo (Física e Romance), acessível no endereço: (https://app.vc/fisica_e_romance).

No aplicativo estão disponíveis: o romance, um questionário (<https://bit.ly/3mMaGmp>) a ser respondido pelos estudantes, uma galeria com todas as imagens e sua respectiva descrição e o contato dos autores para quaisquer dúvidas, críticas e sugestões.

O aplicativo apresenta uma linguagem simples, bem didática, acessível a todo o público e foi disponibilizado em grupos de estudo, e também na loja de aplicativos, podendo ser utilizado por outros estudantes e professores.

4. Análise e resultados

Com os dados coletados, temos que os estudantes que participaram da pesquisa são dos municípios de: Crateús, Mombaça, Choró, Boa Viagem, Caucaia e Quixeramobim do Estado do Ceará, como especificado no gráfico 01.

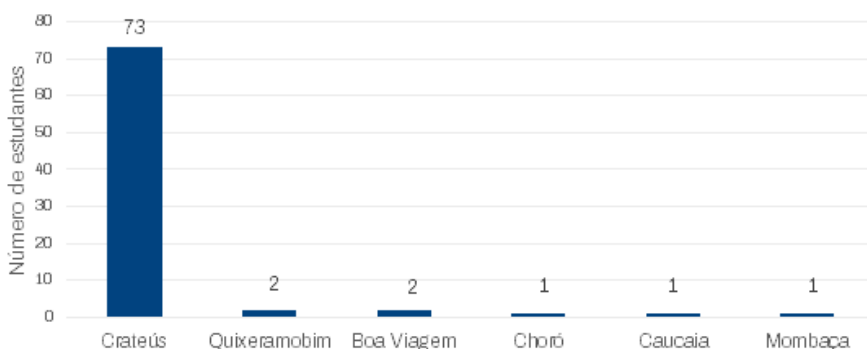


Gráfico 01. Localização dos estudantes participantes da pesquisa

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

O gráfico 02 mostra que 47,5% dos estudantes estão cursando o Ensino Fundamental – 2º ciclo (6º ao 9º ano), seguindo do Ensino Médio com 35%, onde 46% destes estão no 1º ano e 43% no 3º ano e o Ensino Superior, com 17,5%, sendo: 21,4% discentes do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), 43% do curso de Química, 21,4% de Engenharia de Minas e 14,2% de outros.

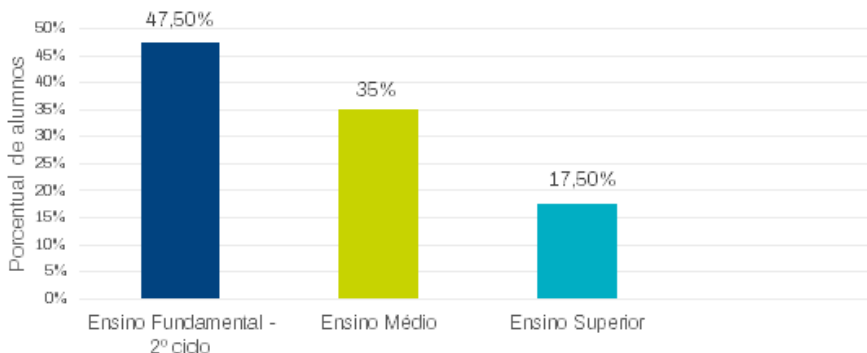


Gráfico 02: Etapa de ensino dos estudantes

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

De início, o questionário apresentava questões situacionais, como localização, escolaridade, entre outras. Em sequência foi questionado aos estudantes, se eles conheciam os temas da FMC apresentados no romance, ou seja, se já tinham algum conhecimento prévio sobre o assunto, e a maioria (55%) como apresentado no gráfico 03 respondeu que sim.

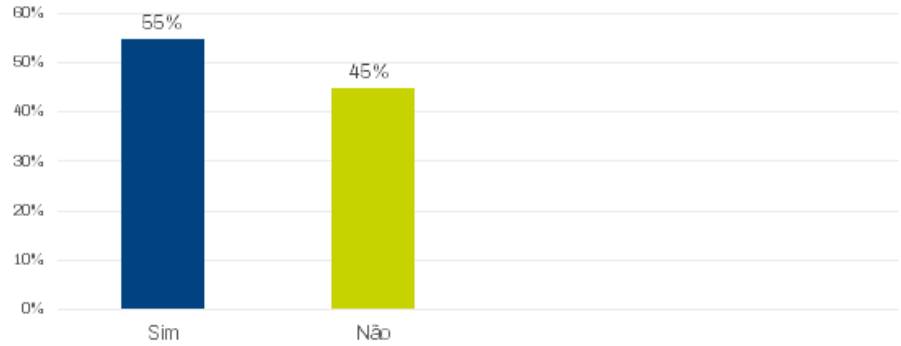


Gráfico 03: Conhecimentos Prévios

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Sobre a mesma temática dos conhecimentos prévios, foi analisando cada etapa de ensino, verificando-se que 60,5% dos estudantes do Ensino Fundamental - 2º ciclo, não conheciam os temas abordados, para o Ensino Médio e Superior, como apresentado no gráfico 04, esse percentual diminuiu para 39% e 14% respectivamente. Vale ressaltar que, todos os discentes entrevistados da Educação Básica, são da rede pública de ensino.

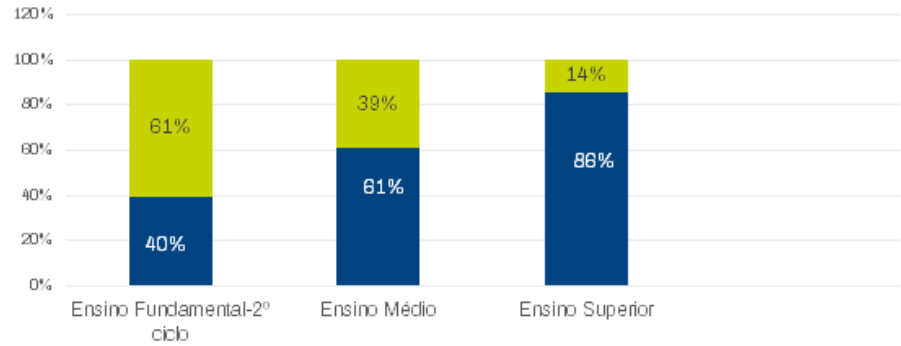


Gráfico 04: Conhecimentos prévios por etapa de ensino

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Fazendo uma análise crítica, sobre os resultados obtidos, a respeito dos conhecimentos prévios sobre a Física Moderna e Contemporânea, observa-se na Educação Básica, o número de estudantes sem esses conhecimentos é bem mais significativo

que no superior, concordando com a pesquisa de Pereira (2013, p. 74), onde ele apresenta: “alunos da educação básica possuem conhecimentos superficiais sobre termos e teorias relacionadas à FMC e suas aplicações para a geração de tecnologias”.

Com relação aos conceitos da Física Moderna e Contemporânea que foram trabalhados no romance, foi questionado junto aos estudantes se na opinião deles, os conceitos apresentaram-se com uma linguagem mais acessível que em livros contadistas, e 75 (95%) dos participantes, consideraram que sim, como representado no gráfico 05.

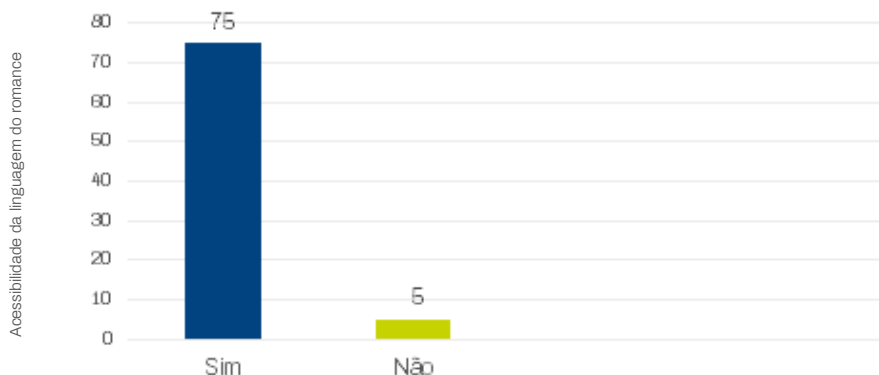


Gráfico 05: Linguagem do produto

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

O gráfico 06 mostra que 10,5% dos estudantes do Ensino Fundamental - 2º ciclo, afirmaram que a linguagem não está muito acessível, enquanto que no Ensino Médio 3,6% dos discentes apresentaram a mesma opinião sobre o tema. Essa dificuldade de compreensão também foi observada na pesquisa de Diesel et al. (2017), na qual os estudantes apresentaram uma média de proficiência de apenas 39 de 100 pontos no pré-teste.

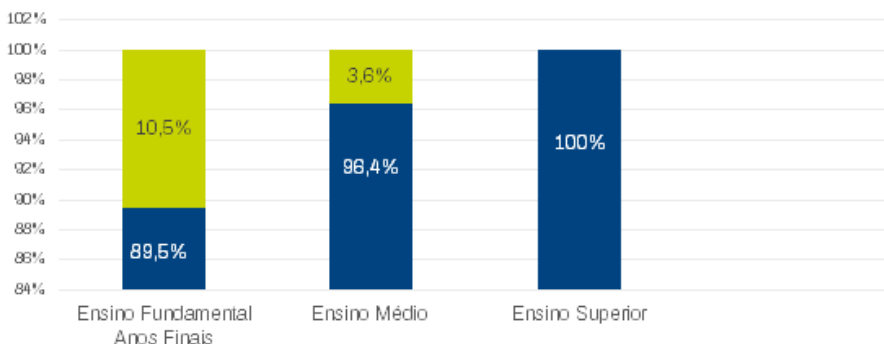


Gráfico 06: Aceitação da linguagem do romance

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Em outro aspecto, foi indagado também aos estudantes, se após a leitura do romance seu interesse sobre a FMC, aumentou, permaneceu constante ou diminuiu, e 78,5% afirmaram que seu interesse aumentou e 21,5% que permaneceu constante, como apresentado no gráfico 07.

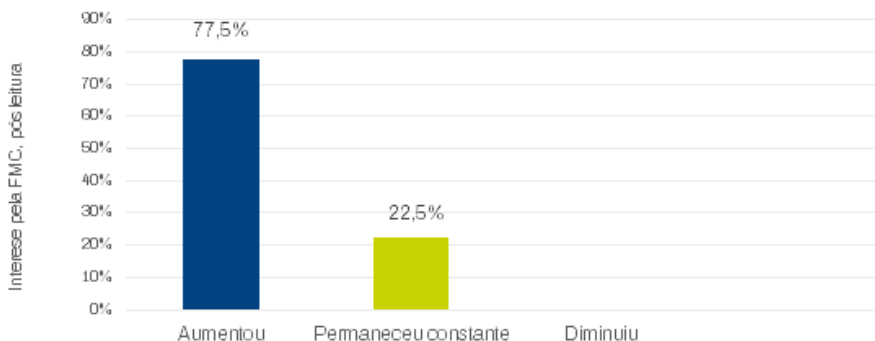


Gráfico 07: Motivação sobre a FMC

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Observa-se, que a leitura do romance, despertou na maioria dos participantes da pesquisa, um interesse maior pela área. E analisando os resultados contrários, temos que 6% são estudantes do Ensino Médio, concordando com o trabalho de Araújo (2018), onde 13% dos estudantes da mesma etapa de ensino, também apresentaram menor curiosidade sobre os temas abordados, após utilização de paradidáticos.

Para o Ensino Fundamental - 2º ciclo, a justificativa pode estar na leitura, pois, de acordo com Góis (2012), tudo gira em torno de uma boa leitura, se o estudante não ler com fluência, compreendendo tudo que está lendo, também não será motivado para outros aprendizados.

Mas é necessário maior interesse no que diz respeito ao ensino da leitura em si, é preciso pensar na leitura como prática social e não só como objeto de conhecimento, pois tudo gira em torno da leitura, em todos os momentos de nossa existência ela está presente (Góis, 2012 p.33).

Após as questões situacionais e as de avaliação do romance, são apresentadas sete questões conteudistas, sobre os assuntos trabalhados no romance: Princípio da dualidade onda-partícula, Efeito Fotoelétrico, Princípio da Incerteza, o gato de Schrödinger, Antimatéria, Emaranhamento quântico e o novo modelo atômico.

Os resultados obtidos mostraram que a maioria dos estudantes conseguiram êxito, na sua resolução. A questão que obteve maior percentual de acerto (90%), foi a relacionada ao experimento conhecido como gato de Schrödinger, o qual é visto como um assunto bastante confuso, principalmente para os estudantes da Educação Básica.

O Emaranhamento quântico, foi o assunto com menor percentual de acerto (78,5%), porém, tendo em vista, toda complexidade desse conceito, esse valor ainda pode ser considerado significativo. O percentual de acertos por questões está descrito no gráfico 08.

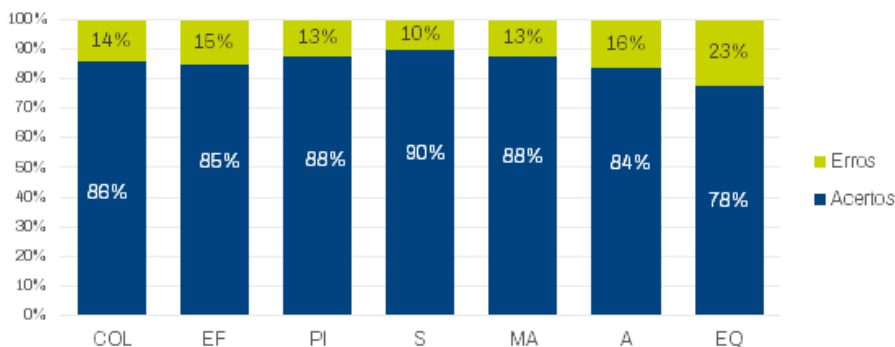


Gráfico 08: Resumo das questões conteudistas

Notas: COL: Comportamento Ondulatório da Luz; EF: Efeito Fotoelétrico; PI: Princípio da Incerteza; S: Schrödinger; MA: Modelo atômico; A: Antimatéria e EQ: Emaranhamento quântico.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Vale ressaltar, que todas as questões foram norteadas na leitura do romance: *Memórias de Luiza*, e que todas elas são apresentadas com todos os critérios científicos exigidos.

Analizando também os acertos por etapa de ensino, como visto no gráfico 09, verifica-se que no Ensino Fundamental - 2º ciclo, foi a onde os estudantes apresentaram as maiores dificuldades, seguidos do Ensino Médio e Superior.

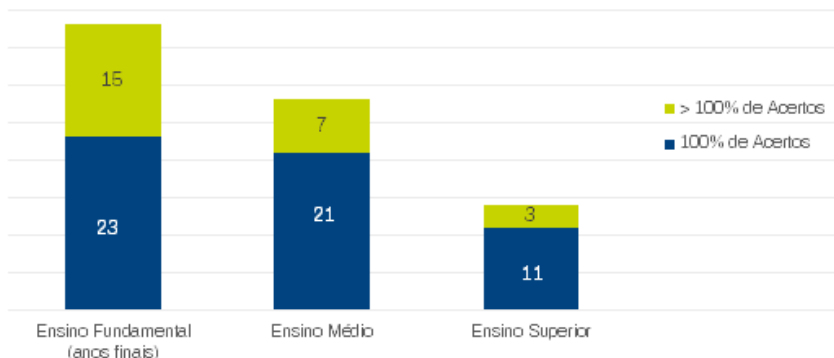


Gráfico 09: Percentual de acertos

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Nota-se, que o número de estudantes com 100% de acertos nas questões conteudista aumenta de acordo com o grau de escolaridade, possivelmente devido a facilidade na interpretação textual e no entendimento da fenomenologia em razão dos conhecimentos prévios, mostrando sua importância como indicado na aprendizagem significativa. Porém, é importante observar a média de acertos das questões conteudistas é superior a 60% para o Ensino Fundamental – 2º ciclo, 75% para o Ensino Médio e 78% para o Ensino Superior, em todos os casos é um valor considerável, tendo em vista a média escolar.

Vale ressaltar também, o conteúdo trabalhado, o qual é apresentado pela literatura como avançado, principalmente para Educação Básica, como foi apresentado na pesquisa de Pereira (2013), na inserção de conceitos de FMC na Educação Básica.

É claro que nem todas as afirmações dos alunos estavam totalmente corretas em relação aos conceitos científicos, apresentando alguns “desvios” que foram sendo corrigidos no decorrer das discussões entre os próprios alunos e a orientação do professor (Pereira, 2013 p. 95).

Correlacionando esses resultados com os encontrados na literatura, temos na pesquisa de Costa e Rodrigues (2018), sobre a utilização de textos paradidáticos no ensino de Física: uma proposta metodológica, onde os autores apresentam que 84% dos estudantes, após a leitura de paradidáticos, conseguiram responder todas as questões que lhes foram propostas, resultado semelhante aos dados da pesquisa.

Por fim, foi perguntado aos estudantes, se eles consideram, que para responder aos questionamentos sugeridos no questionário (as questões conteudistas), se o romance é uma boa fonte de pesquisa ou não, e 96,3% consideraram que sim, como apresentado no gráfico 10.

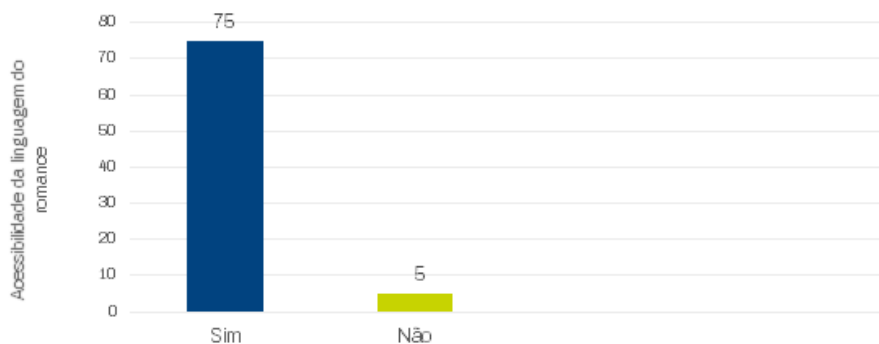


Gráfico 10: Avaliação da Ferramenta quanto ao conteúdo

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Esse percentual de 3,7% referente aos estudantes do Ensino Fundamental – 2º ciclo, onde consideraram que o romance não é uma boa fonte de pesquisa para o estudo da Física Moderna e Contemporânea. Em relação aos participantes do Ensino Médio e Superior, todos acreditam que a leitura proposta é sim uma boa fonte de pesquisa. Concordando com o trabalho de Araújo (2018), onde 69,5% dos estudantes do mesmo nível de ensino, afirmaram que a metodologia utilizada proporcionava uma boa compreensão do tema estudado.

Em suma, tornar a leitura, a experimentação, o diálogo e a interação discente um processo contínuo e diário permite desenvolver nos aprendizes uma capacidade crítica e efetiva na aquisição de novos conhecimentos. Os materiais paradidáticos, portanto, promovem essa situação, tão necessária no ensino de ciências em geral, e da Física em particular (Araújo, 2018, p.61).

O romance, de acordo com os dados coletados, teve uma boa aceitação pelos estudantes, a maioria considera que este é um elemento motivador para o aprendizado da Física Moderna e Contemporânea, e ainda, que a linguagem é mais acessível, do que a utilizada nos materiais tradicionais.

Verifica-se, dessa forma, que é possível utilizar textos paradidáticos (romances), como ferramenta de ensino da Física Moderna e Contemporânea. E mais, que estes são suscitadores, de uma metalinguagem que favorece o processo de ensino aprendizagem.

5. Considerações

Com os dados coletados na pesquisa apresentada, desenvolvida de forma remota, através de um aplicativo, notou-se que os resultados obtidos foram satisfatórios com relação aos objetivos do romance. Ficou perceptível que o romance proposto é uma ferramenta de motivação e aprendizado para a Física Moderna e Contemporânea.

O estudo realizado permitiu vários ensinamentos, desde o replanejamento diante de uma situação inesperada, como no caso das aulas remotas, a utilização de materiais diversificados, como a leitura paradidática para ensinar Física, sendo possível ainda com o mesmo material atender a diferentes públicos, estudantes do Ensino Fundamental- 2º ciclo, Ensino Médio e Ensino Superior conforme apresentado na pesquisa.

Verificou-se também, que a Física Moderna e Contemporânea pode sim ser trabalhada na Educação Básica, pois, de acordo com os dados coletados, estudantes que nunca tinham tido contato com os conceitos, conseguiram compreender e responder questões que abrangem a temática.

Conclui-se então, que a proposta metodológica foi bastante proveitosa atingindo os objetivos estabelecidos previamente, tanto como elemento motivador para o ensino da FMC, quanto como um material de estudo e aprofundamento do conteúdo.

No entanto, entende-se que o ensino de Física é desafiador, sendo que essa proposta não resolve todos os problemas, porém, pode ser um dos caminhos para consolidar melhor o ensino dessa ciência, que é tão encantadora e que tem muito a contribuir com a formação de cidadãos, mais críticos e participativos.

Referências

- Araújo, R. F. G. (2018). A utilização de material paradidático no ensino dos conceitos iniciais de Óptica Geométrica. *Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física*. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/33274>.
- Arruda, E. P. (2020). Educação remota emergencial: elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de Covid-19. *EmRede - Revista De Educação a Distância*, 7(1), 257-275. <https://bit.ly/3voR2k1>
- Costa, H. T. L. e Rodrigues, M. A. (2018). Textos paradidáticos no Ensino de Física: uma proposta metodológica. *Revista Researchgate*, 121-140. <https://www.researchgate.net/publication/327288923>.

- Diesel, A., Martins, S. N. e Rehfeldt, M. J. H. (2017). Estratégias de compreensão leitora: uma proposta de atividades desenvolvidas sob a perspectiva das metodologias ativas de ensino. *Revista Diálogo Educacional*, 17(55), 1662-1687. <http://dx.doi.org/10.7213/1981-416X.17.055.AO03>.
- Fonseca, J. J. S (2002). Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza, UECE. <https://bit.ly/3API0iff>
- Góis, L. R. S. (2012). O Ensino da Leitura nas Escolas de Ensino Fundamental II. *Centro Universitário de Brasília, Faculdade de Ciências da Educação e Saúde*. <https://bit.ly/3mVH7P4>.
- Gomes, E. F. (2011). O romance e a Teoria da Relatividade: a interface entre literatura e Ciências e Ciência no ensino de Física através do discurso e da estrutura da ficção. *Universidade de São Paulo*. <https://bit.ly/3aGwiuw>.
- Moreira, M. A. (2007). A física dos quarks e a epistemologia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29 (2), 161–173. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172007000200001>
- Moreira, M. A. (2010). Aprendizagem Significativa Crítica. *III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*. Lisboa: Peniche. <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>.
- Moreira, M. A. (2021). Desafios no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43(1), e20200451. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>.
- Moreira, M. A. (2018). Uma análise crítica do ensino de Física. *Revista Ensino de Ciências: Estudos Avançados*, 32(94), 73-80. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>.
- Moura, F. P. (2017). *Utilização de um livro paradidático no processo de ensino e aprendizagem de conceitos de Física*. - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF). <https://bit.ly/3aO89m4>
- Nunes, J. C. e Macedo, E. R. (2018) Introdução ao ensino da Física Quântica no Ensino Médio: um relato de experiência. *Anais V Congresso Nacional de Educação*. Campina Grande: Realize Editora. <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/47683>.
- Pereira, F. C. (2013) Uma Estratégia Pedagógica para a Introdução de Conceitos de Física Moderna e Contemporânea. *Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática do Centro de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Regional de Blumenau*. https://bu.furb.br/docs/DS/2013/355713_1_1.pdf.
- Santos, N. G. A. Wisniewski, R. R. e Nonenmacher, S. E. B. (2017). Física, literatura e cotidiano: transposição didática da física dos físicos à da sala de aula. *Revistes Catalanes amb Accés Obert - X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 1147-1152. Sevilla. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335637>.
- Setlik, J. e Higa, I. (2020). Gêneros discursivos na disciplina Física: ler e escrever através de uma perspectiva de interações sociais. *Revista Cocar*, 14(30), 1-19. <https://www.researchgate.net/publication/346325396>.
- Silva, C. S. e Almeida, M. J. P. M. (2011). Física Quântica no Ensino Médio: o que dizem as pesquisas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(3), 624-652. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n3p624>.
- Zanetic, J. (1990). Física também é cultura. *Tese (Doutorado) Faculdade de Educação da USP, São Paulo*. <https://repositorio.usp.br/item/000731157>.

Como citar em APA:

Mouta, M. N., Dantas, G., Silva, M. S. & Ramiro, A. J. (2021). O romance no ensino da Física Moderna e Contemporânea: uma proposta metodológica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 139-152. <https://doi.org/10.35362/rie8724502>

Usos y opiniones de los estudiantes de Educación Primaria sobre la metodología docente en la enseñanza de las ciencias

Manuel Vidal López 

María D. Dapía Conde 

Ricardo Escudero Cid 

Universidad de Vigo (UVigo), España

Resumen. Las actitudes positivas hacia la ciencia disminuyen con la edad, pudiendo considerarse las metodologías docentes empleadas una de las explicaciones. La presente investigación ha planteado identificar los recursos didácticos empleadas en la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria y analizar su posible influencia en las actitudes y gusto por la ciencia, mediante la aplicación de un cuestionario tipo Likert administrado a 378 estudiantes de último curso. Los resultados indican que las metodologías docentes más clásicas son empleados mayoritariamente en la enseñanza de las ciencias, con un predominio de las explicaciones del docente y la resolución de ejercicios o problemas, no siendo coincidentes con las preferencias expresadas por los/as estudiantes. Por otro lado, la valoración que hacen de la ciencia y de la materia de Ciencias de la Naturaleza es bastante positiva, no apreciándose una tendencia clara en la influencia que ejercen los recursos didácticos empleados y sus opiniones. Asimismo, se constatan diferencias en el gusto por dicha materia y el uso de determinados recursos, presentando una correlación negativa para las explicaciones del docente y la resolución de ejercicios.

Palabras clave: actitudes; educación primaria; ciencia y tecnología; métodos docentes.

Usos e opiniões dos estudantes de Ensino Fundamental sobre a metodologia docente no ensino das ciências

Resumo. As atitudes positivas em relação à ciência diminuem com a idade, e as metodologias de ensino utilizadas podem ser consideradas uma das explicações. A presente pesquisa teve como objetivo identificar os recursos didáticos utilizados no ensino de ciências no Ensino Fundamental e analisar sua possível influência sobre atitudes e gostos pela ciência, por meio de um questionário do tipo Likert-gunning administrado a 378 alunos do último ano. Os resultados indicam que as metodologias de ensino mais clássicas são mais utilizadas no ensino das ciências, com predominância de explicações do professor e a resolução de exercícios ou problemas, que não coincidem com as preferências expressas pelos alunos. Por outro lado, sua avaliação da ciência e do tema das Ciências Naturais é bastante positiva, sem uma tendência clara da influência exercida pelos recursos didáticos utilizados e suas opiniões. Da mesma forma, há diferenças em seu gosto pelo assunto e pelo uso de certos recursos, com uma correlação negativa para as explicações do professor e a resolução dos exercícios.

Palavras-chave: atitudes; educação primária; ciência e tecnologia; métodos de ensino; métodos de ensino.

Primary Education student's uses and opinions on science teaching methodology

Abstract. Positive attitudes towards science decrease with age, and the teaching methodologies used could be considered one of the reasons. The present research aims to describe the utilization of different teaching resources used in science education in primary education and analyse their possible influence on attitudes and taste for science. A total of 378 students, from the last year of primary education, were evaluated through a Likert scale. The results indicate that the resources associated with more classical or traditional teaching methodologies are those that are mostly used in science education, with a predominance of teacher explanations and the resolution of exercises or problems. Dissonance has been evidenced between the strategies used in the classroom and the student's preferences. On the other hand, the assessment they make of science and the subject of Natural Science is quite positive, not showing a clear trend in the influence of the didactic resources used and their opinions. Also, there are differences in the preference for the subject and the use of certain resources, presenting a negative correlation for the lectures and the resolution of exercises.

Keywords: attitude; elementary education; science and technology; teaching methods.

1. Introducción

Las actitudes del alumnado hacia la ciencia han sido un tema ampliamente abordado en la literatura, debido al continuo descenso observado en el número de estudiantes que decide no estudiar ciencias después de la enseñanza obligatoria (Vázquez y Manassero, 2011) y proseguir estudios científicos (Esteve y Solbes, 2017; Pro y Pérez, 2014; Rocard et al., 2007). A pesar de ello, una de las principales dificultades que encontramos para su estudio es la falta de claridad conceptual con respecto a lo que los diferentes investigadores entienden por “actitudes hacia la ciencia”. Coincidimos con Toma (2021, p. 3102-3) cuando afirma que “los didactas de las ciencias agruparon numerosas dimensiones actitudinales bajo el epígrafe común actitudes hacia la ciencia”, incluyendo, gran variedad de objetos de actitud: aprendizaje de la ciencia, disciplinas científicas, ciencia escolar, preferencia hacia las carreras científicas, imagen social de la ciencia y la tecnología...

En España, no se ha prestado demasiada atención al análisis de las actitudes hacia la ciencia en Educación Primaria. Con excepción de los estudios específicos de Nortes y Pro (2010), Delgado, Vallés y López (2014) o Toma y Meneses-Villagrà (2019), la investigación se ha centrado en Secundaria (e.g. Aguilera y Perales-Palacios, 2019; Robles, Solbes, Cantó, y Lozano, 2015; Vázquez y Manassero, 2005), Bachillerato (Solbes, Montserrat y Furió, 2007) o en diferentes estudios transversales que analizan la evolución de las actitudes desde los últimos cursos de Primaria a Secundaria según diversas variables como género, tipo de centro, edad o curso escolar (Marbá-Tallada y Márquez, 2010; Pérez, 2012; Pro y Pérez, 2014; Pro, Pérez y Tárraga, 2009; Vázquez y Manassero, 2008).

Desde la infancia a la adolescencia, diversas investigaciones hacen referencia a la disminución de la actitud positiva hacia la ciencia con la edad (e.g. Said, Summers, Abd-El-Khalick y Wang, 2016; Tytler y Osborne, 2012), con un evidente descenso significativo en el disfrute de la ciencia a medida que los estudiantes avanzan en la etapa de Primaria (Murphy, Beggs, Carlisle y Greenwood, 2004), apuntando a la franja de los 10 a los 14 años como la edad más crítica para la formación de actitudes positivas (Denessen, Vos, Hasselman y Louws, 2015). En nuestro país, se revela un panorama similar (Vázquez y Manassero, 2011), con diferentes estudios que han analizado el declive de las actitudes del alumnado de Primaria y Secundaria (Pérez, 2012; Vázquez y Manassero, 2008), coincidiendo en que los estudiantes más jóvenes muestran actitudes más positivas hacia la ciencia y tecnología.

El *Informe Rocard* (Rocard et al., 2007) y el Proyecto Enciende (COSCE, 2011) alertaron que, la manera de enseñar ciencia puede estar influyendo en la formación de las actitudes del alumnado hacia ella. Otras razones para explicar la falta de interés por la ciencia son: el contenido curricular poco atractivo (Murphy et al., 2004; Pell y Jarvis, 2001), la dificultad percibida de la ciencia escolar (Pell y Jarvis, 2001), la falta de confianza y de conocimientos científicos del profesorado (Denessen et al., 2015), la utilización de metodologías tradicionales de enseñanza y aprendizaje (Khishfe y Boujaoude, 2016), así como otros factores locales y sociales (Said et al., 2016). Parece que se trata de un fenómeno multicausal (Esteve y Solbes, 2017) y que es necesario seguir investigando como paso previo a la realización de actuaciones que mejoren la actitud del alumnado hacia la ciencia.

A través del área de Ciencias de la Naturaleza el alumnado de Primaria debería iniciarse en el desarrollo de las principales estrategias de la metodología científica (Real Decreto 126/2014), participando activamente mediante tareas y actividades relacionadas con la resolución de problemas en contextos de la vida real a partir de pequeñas investigaciones, actividades experimentales, debates, experiencias extraescolares..., aunque la realidad del aula es habitualmente diferente. García-Barros, Martínez-Losada, Vega y Mondelo (2001) han indicado que la educación científica en Primaria en nuestro país sigue teniendo la influencia de los enfoques metodológicos tradicionales en los que se da prioridad al desarrollo del contenido conceptual, donde el libro de texto sigue siendo el organizador central del proceso de enseñanza y aprendizaje con insuficientes contenidos procedimentales y de investigación, dejando a los estudiantes como receptores pasivos, lo que dificulta fomentar actitudes positivas en el alumnado (van Aalderen-Smeets, Walma van der Molen y Asma, 2012).

Las estrategias de enseñanza-aprendizaje empleadas en la intervención docente son relevantes en el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia en el alumnado (Aguilera y Perales-Palacios, 2017; Said et al., 2016). Estrategias didácticas fundamentadas en la perspectiva constructivista (Toraman y Demir, 2016), tanto dentro o fuera del aula (Engel, Membrive, Rochera y Coll, 2018), la enseñanza basada en la indagación, en proyectos o en contextos (e.g. Hsu, Lee, Ginting, Smith y Kraft, 2019; Toma y Greca, 2018), que implican un aprendizaje activo, cooperativo y experiencial del alumnado obtienen mejores resultados que la enseñanza tradicional en el desarrollo de actitudes positivas del alumnado hacia la ciencia (Aguilera y Perales-Palacios, 2017; Hasni y Potvin, 2015).

Diferentes estudios han señalado que con independencia de la edad, el género y la capacidad/aptitud, lo que más gusta al alumnado de Primaria es la ciencia práctica, como pequeñas investigaciones donde se discute y anima a los niños a pensar por sí mismos (Khishfe y Boujaoude, 2016), actividades de aprendizaje más creativas y participativas en contraposición a escuchar y tomar notas del docente (Murphy, Varley y Veale, 2012). Pell y Jarvis (2001) han señalado que, en esta etapa, al alumnado le gustan los experimentos científicos donde ellos pueden observar lo que sucede, aunque no muestran demasiado interés en cómo diseñar una investigación o en la búsqueda del por qué se obtienen determinados resultados, prefiriendo que el docente les diga lo que deben hacer frente a lo que pueden hacer por sí mismos.

Por otro lado, la participación del alumnado en experiencias extraescolares juega un papel importante en la mejora de las actitudes hacia la ciencia y tecnología. El aprendizaje a través de exposiciones científicas, salidas por el medio natural o visitas extraescolares a centros de ciencia tienen un enorme potencial afectivo, fomentando la curiosidad, mejorando la autoconfianza y las ganas de aprender, despertando el interés por la ciencia, mostrándose como alternativas eficaces que promueven actitudes positivas de los estudiantes (Braund y Reiss, 2006).

También se ha advertido que las actitudes del profesorado de Primaria hacia la ciencia y tecnología afectan a las de sus estudiantes; un mayor interés del docente produce actitudes más positivas en el alumnado. Denessen y colaboradores (2015) han señalado que el hecho de que los maestros de Primaria holandeses no necesiten especializarse en áreas específicas influye en la enseñanza de las ciencias, llegando

a valorarla entre los temas menos agradables para enseñar; mostrando actitudes desfavorables relacionadas con la falta de confianza en la enseñanza de las ciencias y su insuficiente base de conocimiento científico (Murphy et al., 2004).

Jiménez-Aleixandre, Sanmartí y Couso (2011) han apuntado a la formación científica deficiente del futuro profesorado de Primaria, en muchos casos sin estudiar ciencias desde Secundaria y sin especialización en ciencias en el grado, lo que supone una escasa formación científica y didáctico-científica. Por otra parte, Murphy y colaboradores (2004) han señalado en el proyecto *"Science Students in Primary Schools"* (SSIPS) un aumento en el disfrute y aprendizaje, gracias a la colaboración de los futuros maestros especialistas en ciencias y al nuevo enfoque de ciencia investigativa introducido por ellos.

En cuanto a la valoración de la ciencia como materia curricular, Vázquez y Manassero (2008) han señalado que el patrón de rechazo del alumnado depende del país, siendo los países anglosajones y otros occidentales donde la ciencia tiene una peor valoración. Los resultados de Nortes y Pro (2010) en Educación Primaria, muestran que a pesar de no ser la materia mejor valorada (después de Educación Física y Matemáticas) casi la mitad de los estudiantes muestran opiniones positivas hacia la ciencia como asignatura, con una elevada percepción de su influencia en la vida cotidiana. Otros estudios conjuntos de Primaria y Secundaria (Marbá-Tallada y Márquez; 2010; Pérez, 2012; Vázquez y Manassero, 2008) o específicos del primer ciclo de Secundaria (Robles et al., 2015) muestran resultados semejantes.

La presente investigación se ha centrado en el uso y la influencia de la metodología de enseñanza y aprendizaje en el último curso de Educación Primaria. Más concretamente nos hemos planteado los siguientes objetivos de investigación:

- Identificar los recursos didácticos empleados en el último curso de Primaria (perfil de uso) y analizar si existen diferencias entre el uso y las preferencias.
- Conocer las opiniones de los estudiantes sobre diversos aspectos relacionados con la ciencia y la tecnología y su relación con la metodología empleada.
- Averiguar la preferencia de los estudiantes por la materia de Ciencias de la Naturaleza y su influencia en la vida cotidiana, atendiendo asimismo al uso de los diferentes recursos utilizados.

2. Método y materiales

2.1 Población y muestra

La población en este estudio viene definida por el alumnado de 6º de Educación Primaria matriculado en centros públicos y concertados de la provincia de Ourense. La muestra estuvo constituida por un total de 378 sujetos, de diferentes municipios seleccionados mediante un procedimiento multietápico estratificado por ámbito –rural y urbano- y por titularidad de centro –público (CEIP) y privado (CPR), con un error muestral de un 5%. En total participaron 13 centros –6 urbanos y 7 rurales– y 19 aulas diferentes. El muestreo resultó de aplicar una combinación entre un muestreo estratificado y un muestreo aleatorio simple, aplicando para la afijación de la muestra el criterio de proporcionalidad, siguiendo las siguientes fases: 1) Muestreo de conglomerados estratificado para la selección de las unidades primarias: muestra de centros

de educación primaria estratificadas según localización (rural y urbana); 2) en de cada conglomerado elegido, realizamos un nuevo muestreo de conglomerados siendo las unidades de muestreo los centros públicos o privados; 3) se repartió el tamaño total de la muestra entre el número de estratos, utilizando como criterio el proporcional al tamaño del estrato; y, 4) aleatoriamente se seleccionaron los centros y aulas hasta completar el tamaño de la muestra.

La edad media de la muestra participante es de 11.44 años ($S_x = 0.599$), en un rango de 11 a 13 años. En función del sexo, el 52.9% eran niños y el 47.1% son niñas. Por ámbito geográfico el 55.6% corresponde al urbano y el 44.4% al rural; y por tipo de centro, el 71.4% son centros públicos y el 28.6% corresponden a centros concertados.

2.2 Instrumento

Se elaboró una carpetilla que, a modo de Cuestionario Global (compuesta por 48 ítems), recogía los datos sociodemográficos e incluía diferentes escalas extraídas de cuestionarios relacionados con la imagen que tienen los estudiantes de las ciencias. El primero, de ellos se denomina PANA (*Proyecto de Actitudes hacia las ciencias en Niños y Adolescentes*) (Pérez y Pro, 2005) y de él se han obtenido los ítems referidos a la influencia que tienen las diferentes materias curriculares en la vida cotidiana y sus preferencias en escalas tipo Likert. En segundo lugar, se ha utilizado una de las escalas del cuestionario ROSE (Schreiner y Sjøberg, 2004), empleada en el estudio de Vázquez y Manassero (2008); una escala Likert de cuatro puntos ("Muy en desacuerdo" a "Muy de acuerdo") con 16 declaraciones titulada "Mis opiniones sobre ciencia y tecnología". Para esta escala el índice de fiabilidad calculado por el estadístico alfa de Cronbach es de .752. Por último, se ha elaborado una escala para conocer los recursos de enseñanza-aprendizaje empleados en la enseñanza de las ciencias (valorado desde alta a ninguna frecuencia) como experimentos, salidas, elaboración de ejercicios/problemas, explicaciones del profesor/a, visionado de documentales, uso de internet y ejecución de proyectos de investigación. Utilizando estas mismas categorías, en otro ítem se indagaba acerca de sus preferencias, con una escala tipo Likert con cuatro opciones de respuesta ("No me gusta" a "Me gusta mucho").

La escala "Mis opiniones sobre ciencia y tecnología" fue obtenida del cuestionario ROSE, que forma parte de uno de los estudios más ambiciosos para conocer las actitudes del alumnado hacia la ciencia, en el que han participado expertos de diferentes países relacionados con la didáctica de las ciencias y se ha aplicado en 40 países, por lo que entendemos que es un instrumento con suficiente validez. A pesar de tratarse de un cuestionario sobre ciencia y tecnología en este estudio nos centramos únicamente en la ciencia y los análisis se interpretan desde esta perspectiva.

El instrumento para identificar las metodologías empleadas en la enseñanza de las ciencias, así como las preferencias metodológicas fue validado por el juicio de cinco expertos –3 investigadores de didáctica de las ciencias, profesores de universidad– y 2 docentes de primaria, tomando como criterios la congruencia (validez de contenido) y la redacción de los ítems (coherencia, precisión y sintaxis) que fueron puntuadas en una escala tipo Likert de cinco puntos. Una vez cubiertos, para analizar el grado de acuerdo o concordancia entre los evaluadores, los resultados se sometieron a la prueba

estadística W de Kendall, que permite obtener un índice global de concordancia de los cuatro criterios analizados. Los jueces fueron concordantes en sus valoraciones; el coeficiente de concordancia de Kendall fue adecuado ($W_s = .89$, $p = .000$).

Asimismo, tras este acuerdo entre los expertos/evaluadores se administraron a modo de prueba piloto a 2 aulas, respondiendo un total de 46 estudiantes. La prueba piloto arrojó unos resultados satisfactorios, siendo necesario únicamente aclaraciones terminológicas en algunas de las metodologías. Concretamente, los cambios realizados fueron los siguientes: en visitas, añadir salidas; completar resolución de problemas, especificando ejercicios para aclarar que no solamente se trataba de problemas numéricos; y fusionar proyectos con investigaciones científicas, por la dificultad expresada para establecer tal diferenciación.

2.3 Procedimiento de recogida y análisis de datos

Del listado de centros que imparten Educación Primaria en la provincia de Ourense facilitado por Delegación Provincial, se ha seleccionado la muestra de centros y aulas. Seguidamente se ha contactado con los directores para solicitar su autorización y acordar fecha para la administración de los cuestionarios, previa autorización de padres y/o tutores.

Tanto responsables de centros como docentes y menores fueron informados de la finalidad del estudio e invitados a participar de forma anónima y voluntaria, garantizándoles la confidencialidad y protección de los datos. La tasa de rechazo se situó en el 1% de la población.

Los cuestionarios fueron aplicados por la misma investigadora, a fin de evitar un factor de sesgo. A cada participante se le entregó un único documento que contenía los instrumentos de medida descritos siendo su aplicación de forma colectiva en las aulas.

Para analizar los datos obtenidos se hizo uso de técnicas de análisis descriptiva univariada, recurriendo a estadísticos de tendencia central y dispersión (medias y desviaciones típicas), frecuencias, porcentajes, contrastes analíticos bien mediante un análisis de la varianza (test de ANOVA), o en caso de no poder aplicarse por no cumplir las condiciones del ANOVA, mediante un estudio no paramétrico (test de Kruskal-Wallis) y finalmente, coeficiente de correlación lineal de Pearson. También se practicó un análisis factorial (método componentes principales-Varimax) para el agrupamiento de las diferentes metodologías docentes. Como variable dependiente para el análisis se emplearon las propias medidas de los cuestionarios y como variable independiente, las estrategias de enseñanza-aprendizaje. Para ello se empleó el paquete estadístico para las Ciencias Sociales SPSS versión 20 para Windows. Para todos los análisis el nivel de significación se fijó en $p < .05$.

3. Resultados

3.1 Metodología clásica versus metodología innovadora en Educación Primaria

Como puede apreciarse en la Figura 1, los recursos mayoritariamente empleados en la enseñanza de las ciencias en 6º de Educación Primaria son las explicaciones del profesorado y la resolución de ejercicios o problemas. Si juntamos las opciones “Sí,

mucho” y “Sí, bastante” considerando ambas como uso regular, el porcentaje alcanza en el primer caso el 95% y para la resolución de problemas por los estudiantes casi el 80%; son, por tanto, metodologías ampliamente extendidas y de uso casi generalizado, que se ajustan a propuestas más clásicas o tradicionales.

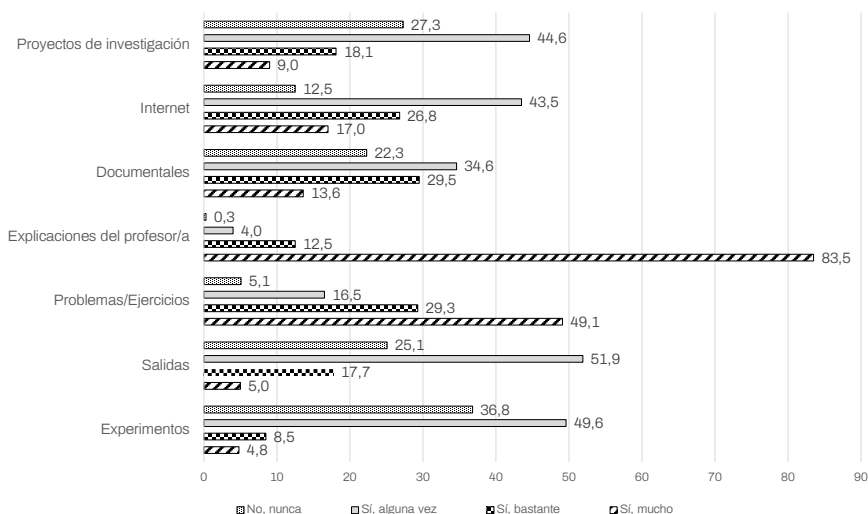


Figura 1. Uso de recursos docentes (%).

Fuente: elaboración propia.

Un segundo nivel, indica la utilización, de forma menos extendida, de otros recursos, más innovadores. Más de un 40% emplea de forma frecuente “ver documentales, programas de televisión relacionados con la ciencia” y “hacen uso de internet” (búsquedas, juegos, simulaciones...).

El tercer nivel viene determinado por aquellos recursos cuyo uso es escaso o nulo, y en el que los porcentajes de respuesta se aglutinan en las categorías “Sí, alguna vez” o “No, nunca”. Son los experimentos, las salidas y los proyectos de investigación los que tienen un uso frecuente inferior al 30%, llamando la atención la escasa introducción de los experimentos, que no superan el 15%.

Al objeto de agrupar y reducir los diferentes recursos didácticos empleados para la enseñanza de las ciencias, se llevó a cabo un análisis factorial (método componentes principales-varimax) que dio como resultado la extracción de dos factores que explican el 60.51% de la varianza total. Previo al análisis factorial hemos explorado las condiciones de aplicabilidad de la misma, obteniendo unos resultados que permiten la factorización ($KMO=.70$ y prueba de esfericidad de Bartlett, $p<.001$). La Tabla 1, muestra la matriz de componentes: el primer factor, está formado por experimentos, salidas, documentales, internet y proyectos de investigación, que ayuda a identificar los grupos de variables “propuestas interactivas, prácticas”; el segundo componente agrupa explicaciones del profesor/a y realización de ejercicios o problemas en una variable que podríamos identificar como “propuestas menos interactivas”.

Tabla 1. Matriz de componentes. 1: metodología interactiva. 2: metodología menos interactiva.

	Componentes	
	1	2
Experimentos	.650	-.259
Salidas	.576	-.128
Problemas/ejercicios	.248	.705
Explicaciones del profesor/a	.109	.767
Documentales	.601	.334
Internet	.658	-.039
Proyectos de investigación	.759	-.252

Fuente: elaboración propia.

Conocidas las actividades que se realizan en las clases de ciencias ha parecido de interés identificar las preferencias de los estudiantes respecto a las mismas, es decir, si la forma de aprender real coincide con sus gustos. La Figura 2 revela que, de las siete metodologías propuestas, la resolución de ejercicios por los estudiantes y las explicaciones del docente, son las que obtienen un porcentaje menor en las opciones “Me gusta bastante” y “Me gusta mucho”; la resolución de problemas sólo gusta mucho a un 11.9% y las explicaciones del profesor, al 27.4% –porcentajes superados ampliamente en las demás metodologías–.

Los estudiantes declaran preferencias por las categorías menos empleadas; las que suscitan mayor interés son internet (88.2%), salidas (84.3%) y experimentos (84.1%); las demás propuestas también reciben una expresión de alto interés, manifestando que les gusta bastante o mucho al 77-78% en todas ellas.

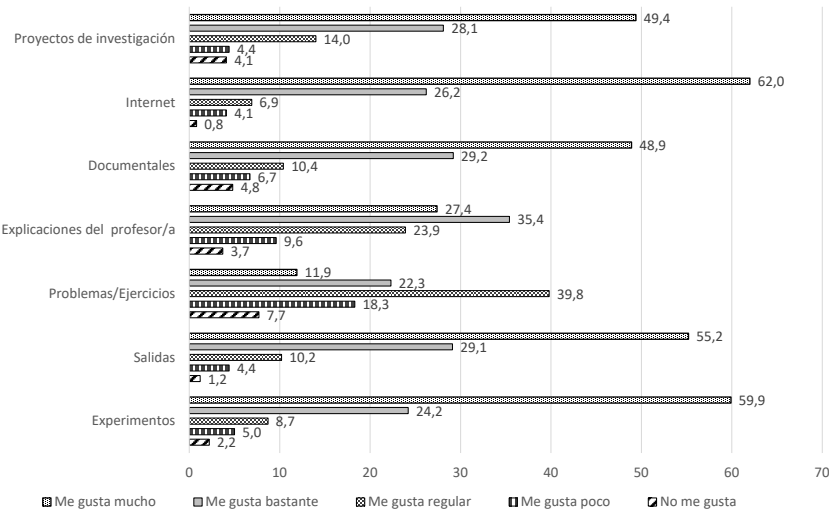


Figura 2. Preferencias por recursos docentes (%).

Fuente: elaboración propia.

3.2 Opiniones sobre la ciencia

En primer lugar, para conocer la opinión de los estudiantes ante la ciencia, se ha utilizado un apartado de los tres que contiene el cuestionario ROSE, denominado “*Mis opiniones sobre ciencia y tecnología*”. Todos los ítems -salvo el número 10 y el 12, que han sido recodificados-, están redactados en positivo, y presentan cuatro niveles de cuatro puntos (1-4) y, por tanto, mayor puntuación implica una postura más afín con las declaraciones, reflejando una actitud más positiva.

Tabla 2. Puntuaciones escala “Mis opiniones sobre ciencia y tecnología” (cuestionario ROSE).

	$\bar{x}$	Sx
Ítem 1. La ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad	3.38	.63
Ítem 2. La ciencia y la tecnología encontraron solución a enfermedades como el VIH/SIDA, el cáncer,...	3.45	.74
Ítem 3. Gracias a la ciencia y la tecnología habrá mayores oportunidades para las generaciones futuras.	3.18	.74
Ítem 4. La ciencia y la tecnología hacen nuestra vida más saludable fácil y cómoda.	3.13	.78
Ítem 5. Las nuevas tecnologías hacen el trabajo más interesante.	2.79	.88
Ítem 6. Los beneficios de la ciencia son más importantes que los perjuicios que causan.	2.59	.81
Ítem 7. La ciencia y la tecnología ayudan a erradicar la pobreza y el hambre en el mundo.	2.32	.91
Ítem 9. La ciencia y la tecnología ayudan a los pobres.	2.57	.80
Ítem 10. La ciencia y la tecnología son la causa de los problemas ambientales.	2.09	.85
Ítem 11. Un país desarrollado necesita de la ciencia y la tecnología.	3.08	.79
Ítem 12. La ciencia y la tecnología benefician principalmente a los países desarrollados.	2.06	.83
Ítem 13. Los científicos siguen el método científico, que siempre los lleva a respuestas correctas.	2.94	.76
Ítem 14. Hemos de confiar siempre en lo que dicen los científicos y las científicas.	2.37	.84
Ítem 15. Las personas científicas son neutrales y objetivas.	2.81	.83
Ítem 16. Las teorías científicas se desarrollan y cambian constantemente.	2.95	.83
Puntuación total	2.57	.89

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 2 se presentan las respuestas de los estudiantes. Para describir su visión sobre la ciencia y la tecnología utilizaremos la puntuación media; como referente podemos considerar que las puntuaciones entre 3 y 4 reflejan una opinión positiva; inferior a 2 negativa y entre 2 y 3 una posición intermedia, que si se acerca más a 2 podrá expresar visión más negativa, mientras que si lo hace a 3 puede considerarse con una dirección más positiva. Según esto, tal como se refleja en la tabla, los estudiantes no tienen una actitud negativa ante la ciencia, ya que en ninguno de los ítems la puntuación media es inferior a 2. Si tomamos como referente de su opinión general la puntuación total obtenida asciende a 2.57, lo que deja entrever una valoración de

los estudiantes ligeramente positiva, reconociendo, por tanto, cierta importancia. Lo que ellos consideran más importante vendrá definido por ítems con puntuación más elevada; en 5 de los 16 ítems la media es superior a 3. En estos ítems reconocen que la ciencia y la tecnología tienen importancia para la sociedad, descubren soluciones a ciertas enfermedades, posibilitan mayores oportunidades para generaciones futuras, facilitan una vida más cómoda y son necesarias en los países desarrollados. Hay que destacar otros ítems muy próximos a 3, tales como el 13 o 15 con valores superiores a 2.90, relativos a su veracidad y neutralidad.

Tabla 3. Opiniones sobre ciencia y tecnología. Puntuación total escala ROSE, en función del uso de diferentes recursos en la enseñanza de las ciencias.

Uso recursos/técnicas		N	Rango Promedio	Chi-cuadrado	p
Experimentos	Mucho	24	103.20	10.11	.018
	Bastante	36	123.07		
	Alguna vez	173	130.19		
	Nunca	145	100.81		
Visitas/Salidas	Mucho	16	136.90	2.80	.423
	Bastante	62	124.55		
	Alguna vez	203	118.83		
	Nunca	95	106.71		
Explicaciones profesor/a	Mucho	308	118.52	2.62	.269
	Bastante	53	121.74		
	Alguna vez	15	84.05		
	Nunca	-	-		
Resolución problemas/ ejercicios	Mucho	199	113.51	0.71	.869
	Bastante	112	122.01		
	Alguna vez	47	116.66		
	Nunca	20	114.88		
Ver documentales, programas TV relacionados con la ciencia	Mucho	45	124.04	0.85	.835
	Bastante	123	120.24		
	Alguna vez	135	114.46		
	Nunca	74	111.96		
Uso de internet	Mucho	68	121.89	3.19	.363
	Bastante	100	106.35		
	Alguna vez	167	118.60		
	Nunca	42	132.60		
Hacer proyectos/ investigaciones científicas	Mucho	32	112.98	2.04	.564
	Bastante	69	115.48		
	Alguna vez	175	123.29		
	Nunca	102	108.51		

Fuente: elaboración propia.

Por el contrario, los ítems peor valorados (próximos a una media de dos), son aquellos referidos al papel de la ciencia para mejorar la situación de los pobres y la eliminación de la pobreza y el hambre en el mundo y beneficio prioritario para los más desarrollados (ítems 7, 9 y 12); por ello, parece deducirse que los estudiantes perciben que los científicos dedican más esfuerzo a los avances en los países desarrollados que en no paliar ciertas desigualdades.

Identificada la visión sobre la ciencia de los estudiantes, se ha analizado la influencia que sobre las opiniones tienen los recursos docentes empleados en las clases de ciencias. Para ello, en primer lugar, se ha contrastado la puntuación total en la escala *“Mis opiniones sobre ciencia y tecnología”* con las estrategias docentes utilizadas en el aula, diferenciando entre clásicas e innovadoras, según el análisis factorial practicado. Los resultados del análisis de la varianza (ANOVA) entre-grupos unifactorial univariado señala que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la opinión de la ciencia de los estudiantes en relación con el mayor uso de recursos “menos interactivos” ($F = 0.17$, $p > .05$) mientras que en las opciones “más interactivas” se manifiestan diferencias estadísticamente significativas siendo el tamaño del efecto bajo ($F = 2.25$, $p < .05$, $\eta^2 = .21$). En segundo lugar, se ha atendido a cada uno de los recursos utilizados (ver Tabla 3), confirmando la tendencia anterior, al presentar una valoración de la ciencia y la tecnología similar independientemente del uso de los diferentes recursos, con la única excepción del uso de experimentos.

3.3 Influencia percibida de las materias curriculares en la vida cotidiana: lugar de las Ciencias de la Naturaleza

Se ha recogido la opinión de los estudiantes respecto a la influencia que tienen las diferentes materias curriculares en la vida cotidiana y sus preferencias, con especial a la materia de Ciencias de la Naturaleza. Como puede apreciarse en la Figura 3, cinco materias de las diez consultadas superan o igualan la puntuación de 4, ocupando las Ciencias de la Naturaleza la tercera posición.

El orden de mayor influencia percibida por los alumnos y alumnas corresponde a Matemáticas, Lengua Castellana, Ciencias de la Naturaleza, Lengua Extranjera y Lengua Gallega; las consideradas de menor influencia son la Religión y la Educación Artística, aunque según la escala utilizada de 1 a 5 (ninguna influencia-mucha influencia) corresponde a una posición intermedia y, por tanto, ninguna materia sería considerada por los estudiantes con ninguna o escasa influencia para su vida cotidiana.

En cuanto a las preferencias por materias, como puede apreciarse en la Figura 4, no siempre coinciden con la importancia concedida, verificando ciertos desajustes entre influencia y gustos; se constata un paralelismo en Ciencias de la Naturaleza que se sitúa entre las materias preferidas por los estudiantes, ocupando la segunda posición después de Educación Física, que ha sido valorada con regular influencia para su vida cotidiana. Destacar, finalmente, que la materia que valoran con menor influencia, Religión, es también por la que expresan menor nivel de preferencia.

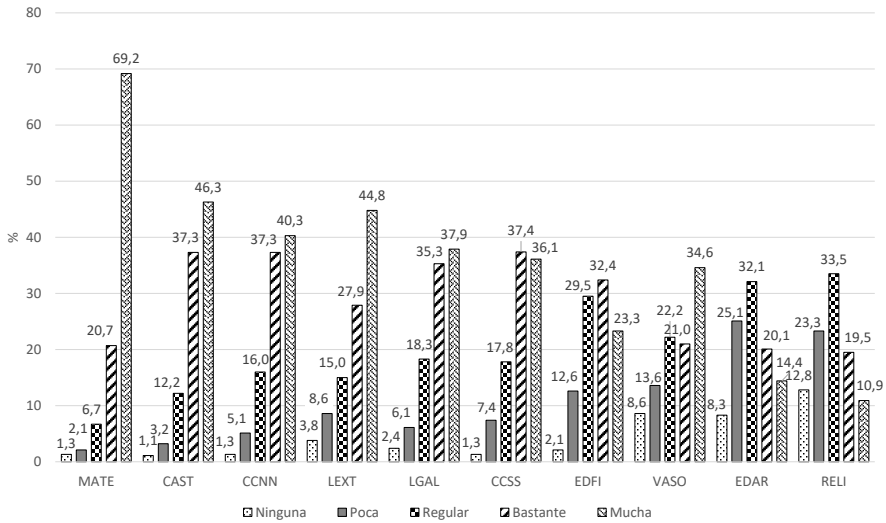


Figura 3.- Influencia en porcentaje de las diferentes materias curriculares en la vida cotidiana.

Notas: (MATE= Matemáticas, CAST= Lengua Castellana, CCNN= Ciencias Naturaleza, LEXT= Lengua Extranjera, LGAL= Lengua Galega, CCSS= Ciencias Sociales, EDFI = Educación Física, VASO= Valores Sociales, EDAR= Educación Artística, RELI = Religión).
Fuente: elaboración propia.

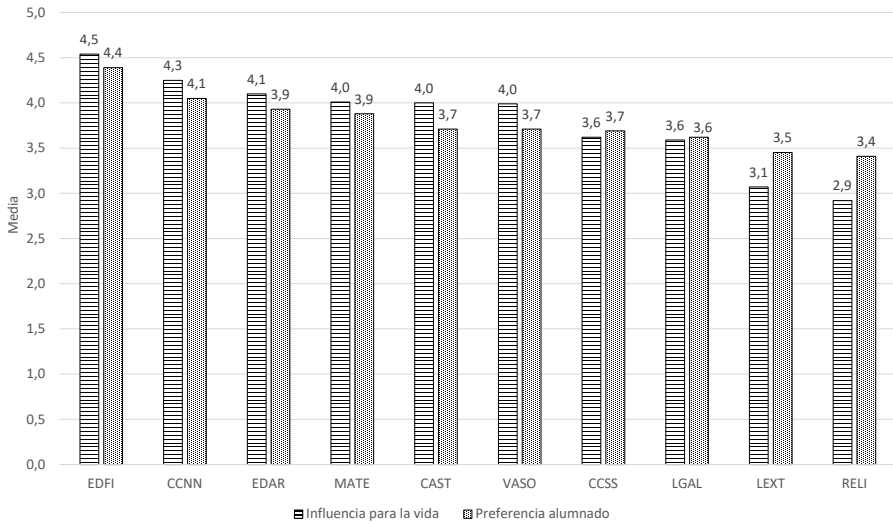


Figura 4. Comparación de medias entre preferencias por materias curriculares e influencias en la vida cotidiana.

Notas: (EDFI = Educación Física, CCNN= Ciencias Naturaleza, EDAR= Educación Artística, MATE= Matemáticas, CAST= Lengua Castellana, VASO= Valores Sociales, CCSS= Ciencias Sociales, LGAL= Lengua Galega, LEXT= Lengua Extranjera, RELI = Religión).
Fuente: elaboración propia.

Para la materia Ciencias de la Naturaleza se ha examinado también si la percepción de los estudiantes de su influencia en la vida cotidiana, así como las preferencias, podrían variar según los recursos empleados asociados a una determinada metodología de enseñanza-aprendizaje. En relación con la influencia que perciben que ejerce esta materia en la vida cotidiana no varía según las diferentes estrategias metodológicas empleadas. Por el contrario, se perciben diferencias cuando se utilizan explicaciones del docente y resolución de problemas o ejercicios en los gustos o preferencias de los estudiantes por esta materia (Tabla 4). Para profundizar en la tendencia de esta relación se practicaron correlaciones de Spearman entre las variables obteniendo $p=-.184$; $p=.000$ para la resolución de problemas y $p=-.153$; $p=.003$ en el uso de las explicaciones del docente, lo que indica que existe una asociación débil y negativa, es decir, a mayor uso menor gusto por las Ciencias de la Naturaleza.

Tabla 4. Influencia y gustos por la materia de Ciencias de la Naturaleza en función de los recursos utilizados. (*Prueba de Kruskal Wallis* $p < .05$).

Uso recursos/técnicas		N	Rango Promedio	Chi-cuadrado	p
Experimentos	Mucho	18	212.44	2.07	.557
	Bastante	32	170.83		
	Alguna vez	183	188.33		
	Nunca	139	184.34		
Visitas/Salidas	Mucho	19	218.79	2.70	.440
	Bastante	65	192.51		
	Alguna vez	195	188.21		
	Nunca	96	178.43		
Explicaciones profesor/a	Mucho	311	195.84	14.40	.002
	Bastante	47	150.04		
	Alguna vez	15	144.17		
	Nunca	1	4.50		
Resolución problemas/ ejercicios	Mucho	181	198.55	12.88	.005
	Bastante	110	194.20		
	Alguna vez	62	149.55		
	Nunca	20	158.95		
Ver documentales, programas TV relacionados con la ciencia	Mucho	51	209.16	5.14	.162
	Bastante	110	189.40		
	Alguna vez	129	187.86		
	Nunca	83	168.87		
Uso de internet	Mucho	64	187.25	0.89	.826
	Bastante	99	195.45		
	Alguna vez	163	183.31		
	Nunca	48	185.66		
Hacer proyectos/ investigaciones científicas	Mucho	34	206.81	4.54	.208
	Bastante	68	183.29		
	Alguna vez	105	177.45		
	Nunca	374	199.96		

Fuente: elaboración propia.

4. Discusión

Los recursos asociados a metodologías docentes más clásicas o tradicionales son los que mayoritariamente se emplean en la enseñanza de las ciencias en 6º de Educación Primaria, con un predominio de las explicaciones del docente y la resolución de ejercicios o problemas. Este enfoque metodológico tradicional que prioriza los contenidos conceptuales, donde el énfasis se pone en memorizar y reproducir hechos y conceptos, en el que los estudiantes son meros receptores pasivos, y apenas se discute y se anima al alumnado a pensar por sí mismo ya ha sido señalado en investigaciones previas (García-Barros et al., 2001; Nortes y Pro, 2010; Pérez, 2012). Este enfoque docente mayoritario en Primaria continúa vigente, a pesar de que el aumento de actividades de ciencia práctica tiene un claro efecto positivo sobre el disfrute de la ciencia (Murphy et al., 2004), si bien en este estudio esta tendencia se confirma parcialmente.

Por otra parte, se ha evidenciado en esta investigación disonancia entre las estrategias empleadas en el aula y las preferencias de los estudiantes. El alumnado de Primaria manifiesta predilección por determinadas actividades prácticas más participativas (salidas de campo o experimentos) o atractivas (uso de internet), que tienen un claro efecto positivo sobre el disfrute de la ciencia, tal y como señalan investigaciones previas (e. g. Murphy et al., 2012). Sorprende que los proyectos e investigaciones científicas, aun estando en sus preferencias ocupen el último lugar de las que se han denominado estrategias innovadoras. Esto concuerda con las conclusiones de Pell y Jarvis (2001) en las que se señala la falta de interés de los niños por realizar pequeñas investigaciones, prefiriendo las indicaciones del docente sobre lo que tienen que hacer en detrimento de otras cuestiones fundamentales como la generación de preguntas, el razonamiento o la reflexión (Zhai, Jock y Tan, 2014).

En cuanto a sus opiniones sobre ciencia y tecnología, los estudiantes no muestran una actitud negativa, reconociendo su importancia. Los contrastes de la puntuación total obtenida en la escala *"Mis opiniones sobre ciencia y tecnología"* con las estrategias docentes utilizadas en el aula, no revelan para las estrategias clásicas diferencias estadísticamente significativas, mientras que en las más interactivas se manifiestan únicamente diferencias en las opiniones de los estudiantes cuando se emplean en el aula actividades de tipo experimental. En esta línea los hallazgos de Vázquez y Manassero (2008) concluyen que la educación científica recibida en la Educación Primaria y Secundaria no modifica la imagen de los estudiantes de la ciencia y tecnología.

Los resultados obtenidos sobre la influencia que tienen las diferentes materias curriculares en la vida cotidiana y sus preferencias, confirman la consideración de las Ciencias de la Naturaleza como una de las más influyentes, y también verifican ciertos desajustes entre influencia y gustos, aunque en el caso de la citada materia no se percibe apenas tal diferencia. Estudios conjuntos de Primaria y Secundaria (Marbá-Tallada y Márquez; 2010; Pérez, 2012; Vázquez y Manassero, 2008) y específicos de Educación Primaria (Nortes y Pro, 2010) han señalado que dicha materia curricular es percibida con una notable influencia en su vida cotidiana, a pesar de no ser la mejor valorada.

Finalmente, otra de las aportaciones de esta investigación es la relación entre el uso de los distintos recursos didácticos empleados y la opinión de los estudiantes sobre la influencia de las Ciencias de la Naturaleza en la vida cotidiana y sus preferencias o gustos como materia curricular. Aunque se perciben diferencias estadísticamente significativas en los gustos o preferencias únicamente cuando se utilizan explicaciones del docente y resolución de problemas, la percepción sobre la influencia que ejercen las Ciencias de la Naturaleza en la vida cotidiana no parece variar según las estrategias metodológicas empleadas.

A partir de los resultados obtenidos podemos concluir que las Ciencias de la Naturaleza es una asignatura de las preferidas del alumnado y de las consideradas más relevantes. Por todo ello, impartir su docencia tratando de acercar la materia al estudiantado será de principal relevancia. Algunas propuestas formativas que se podrían proponer, son el fomento de un mayor contacto con la naturaleza a través de salidas de campo (Aguilera, 2018; Alvarado, de las Heras Pérez, Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez, 2019) y del uso de museos como recurso didáctico (Martin et al., 2016). Así mismo, el planteamiento de metodologías abiertas, basadas en la experimentación directa del alumnado y el uso de las TICs (García-Viviescas y Moreno-Sacristán, 2020) puede ser otra gran posibilidad para un trabajo más motivador para el alumnado.

Los resultados de este estudio pueden ser de gran interés para la Didáctica de las Ciencias Experimentales y para la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. Algunas de las propuestas que podrían implementarse se centrarían en plantear en el marco de la formación continua del profesorado de Educación Primaria cursos formativos sobre metodologías y recursos para la enseñanza de las ciencias, así como incentivar la formación en seminarios, que permita el intercambio de experiencias, el análisis y mejora de su práctica, para que el alumnado “aprenda ciencia haciendo ciencia”.

Además, se podría plantear una investigación con el objetivo de analizar las causas que explican el uso tan generalizado de metodologías más clásicas en la enseñanza de las ciencias en la etapa de Educación Primaria; y a partir de los resultados obtenidos plantear las estrategias de mejora. Una enseñanza que supere modelos más clásicos, centrados en la lección magistral puede plantearse conociendo los beneficios del uso de otros recursos didácticos, que promuevan una enseñanza significativa, entretenida, activa y centrada en el discente, en definitiva, que mejore los procesos de enseñanza-aprendizaje, rompiendo la unidireccionalidad y jerarquización de los mismos.

No obstante, esta investigación presenta ciertas limitaciones que podrían ser atendidas en un futuro próximo, tales como ampliar la muestra a un ámbito geográfico mayor, completar el estudio de las metodologías docentes con registros cualitativos, avanzar en la explicación de algunos de los resultados presentados a partir de diseños experimentales o contrastar esta información con la percepción de los docentes. Otra de las limitaciones potenciales de este estudio tiene que ver con la calidad psicométrica de los instrumentos ROSE. Estudios recientes revelan la falta de evidencia de validez y la fiabilidad robusta de estos instrumentos, particularmente en la etapa primaria, haciendo recomendable que la interpretación de los resultados obtenidos se haga en el marco de estas limitaciones (Toma, 2021; Toma y Meneses-Villagrà,

2020). Finalmente, otra de las limitaciones al interpretar los resultados derivados del cuestionario ROSE, es que, si bien, es uno los cuestionarios más ampliamente usado para medir las actitudes hacia la ciencia, éste no se centra únicamente en ella, sino que los ítems aluden a las consecuencias tanto de la ciencia como de la tecnología, aspecto este último no abordado explícitamente en esta investigación.

Agradecimientos

En memoria de Manuel Vidal López, entrañable amigo y docente incansable.

Referencias

- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3103. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103
- Aguilera, D. y Perales-Palacios, F. J. (2017). ¿Qué implicaciones educativas sugieren los estudios empíricos sobre la actitud hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, nº extraordinario, 3901-3905.
- Aguilera, D. y Perales-Palacios, F. J. (2019). Actitud hacia la ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3103. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103
- Alvarado, D. A. R., de las Heras Pérez, M. A., Vázquez-Bernal, B. y Jiménez-Pérez, R. (2019). ¿Cómo cambian las emociones en docentes en formación inicial hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I con un proyecto de indagación de aula? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(2), 55-69. doi: <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.2.4629>
- Braund, M. y Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388. <https://doi.org/10.1080/09500690500498419>
- COSCE (2011). *Informe enciende: Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar por edades tempranas en España*. Madrid: Rubes.
- Delgado, J., Vallés, C. y López, M. A. (2014). *Las actitudes hacia la ciencia de alumnos de Educación Primaria: una primera aproximación*. XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Huelva, 8 al 12 de septiembre.
- Denessen, E., Vos, N., Hasselman, F. y Louws, M. (2015). The relationship between primary school teacher and student attitudes towards science and technology. *Education Research International*, 2015, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2015/534690>
- Engel, A., Membrive, A., Rochera, M. J. y Coll, C. (2018). In- and out-of-school activities and their influence on attitudes and expectations regarding science and technology. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 16(46), 631-659.
- Esteve, A. R. y Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las ciencias y tecnología en el bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extraordinario, 573-578.
- García-Barros, S., Martínez-Losada, C., Vega, P. y Mondelo, M. (2001). The ideas of Spanish primary teachers on how to develop an understanding of processes in science and their support in textbooks. En H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Graber, M. Komorek, A. Kross y P. Reiska, (Eds.), *Research in science education – past, present and future* (149-154). Netherlands: Kluwer Academic.
- García-Viviescas, A. X. y Moreno-Sacristán, Y. A. (2020). La experimentación en las ciencias naturales y su importancia en la formación de los estudiantes de básica primaria. *Bio-grafía*, 13(24). <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.12.num24-10361>

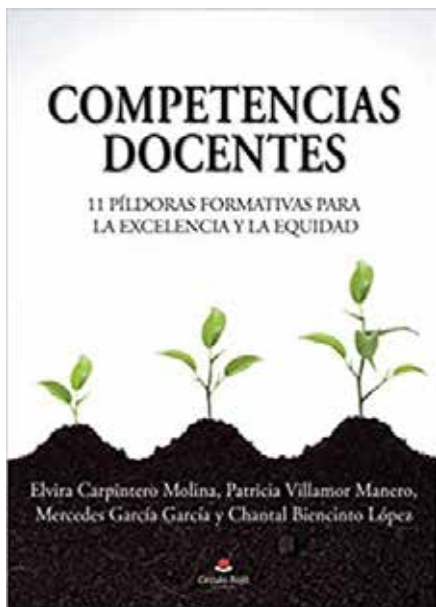
- Hasni, A. y Potvin, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(3), 337-366. doi: [10.12973/ijese.2015.249a](https://doi.org/10.12973/ijese.2015.249a)
- Hsu, P. S., Lee, E. M., Ginting, S., Smith, T. J. y Kraft, C. (2019). A case study exploring non-dominant youths' attitudes toward science through making and scientific argumentation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 185-207. doi: [10.1007/s10763-019-09997-w](https://doi.org/10.1007/s10763-019-09997-w)
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Sanmartí, N. y Couso, D. (2011). Reflexiones sobre la ciencia en edad temprana en España: la perspectiva de la enseñanza de las ciencias. En COSCE (Eds.), *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España* (57-74). Madrid: Rubes Editorial.
- Khishfe, R. y Boujaoude, S. (2016). Lebanese students' conceptions of and attitudes towards science and related careers based on their gender and religious affiliations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 145-167. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9587-0>
- Marbá-Tallada, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30.
- Martin, A. J., Durksen, T. L., Williamson, D., Kiss, J., & Ginns, P. (2016). The role of a museum- based science education program in promoting content knowledge and science motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(9), 1364-1384. <https://doi.org/10.1002/tea.21332>
- Murphy, C., Beggs, J., Carlisle, K. y Greenwood, J. (2004). Students as catalysts in the classroom: The impact of co-teaching between science student teachers and primary classroom teachers on children's enjoyment and learning of science. *International Journal of Science Education*, 26, 1023-1035. <https://doi.org/10.1080/1468181032000158381>
- Murphy, C., Varley, J. y Veale, Ó. (2012). I'd rather they did experiments with us.... Than just Talking: Irish Children's Views of Primary School Science. *Research in Science Education*, 42(3), 415-438. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9204-3>
- Nortes, R. y Pro, A. (2010). *Actitudes hacia las ciencias de los alumnos de Educación Primaria de la región de Murcia*. II Jornadas del máster en investigación e innovación en Educación Infantil y Educación Primaria, Murcia.
- Pell, T. y Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23, 847-862. <https://doi.org/10.1080/09500690010016111>
- Pérez, A. (2012). *Actitudes hacia la Ciencia en Primaria y Secundaria* (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Murcia, Murcia. <http://www.tesisenred.net/handle/10803/120484>.
- Pérez, A. y Pro, A. (2005). *Evaluación nacional de actitudes y valores hacia la ciencia en entornos educativos*. Madrid: FECYT.
- Pro, A. y Pérez, A. (2014). Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 111-132. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1015>
- Pro, A., Pérez, A. y Tárraga, P. (2009). ¿Científico? Sí, pero... Opinión de los escolares españoles sobre los científicos y su trabajo. *Enseñanza de las Ciencias*, (nº extraordinario), 3636-3643.
- Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 1 marzo 2014, nº 52, 19349-19420.
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. R. y Lozano, O. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. Belgium: European Communities.
- Said, Z., Summers, R., Abd-El-Khalick, F. y Wang, S. (2016). Attitudes toward science among grades 3 through 12 Arab students in Qatar: findings from a cross-sectional national study.

- International Journal of Science Education, 38(4), 621–643. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1156184>
- Schreiner, C. y Sjøberg, S. (2004). *Relevance of science education: Sowing the Seeds of ROSE*. Oslo: Acta Didáctica
- Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: Implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.
- Toma R. B. (2021). Problemas de validez y fiabilidad en los cuestionarios ROSE: revisión sistemática de la producción española. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(3), 3102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3102
- Toma, R. B. y Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward Science. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383–1395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Toma, R. B. y Meneses-Villagrà, J. (2019). Preferencia por contenidos científicos de física o de biología en Educación Primaria: un análisis clúster. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1104. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1104
- Toma, R. B. y Meneses-Villagrà, J. (2020). Development and validation of the SUCCESS instrument: Towards a valid and reliable measure of expectancies of success in school science. *Current Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s12144-020-00958-z>
- Toraman, C. y Demir, E. (2016). The effect of constructivism on attitudes towards lessons: A meta-analysis study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 16(62), 115-142.
- Tytler, R. y Osborne, J. (2012). Student attitudes and aspirations towards science. En B. Fraser, K. Tobin, y C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (597–625). Dordrecht: Springer.
- Van Aalderen-Smeets, S. I., Walma van der Molen, J. H. y Asma, L. J. (2012). Primary teachers' attitudes toward science: A new theoretical framework. *Science Education*, 96, 158–182. <https://doi.org/10.1002/sce.20467>
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2005). La ciencia escolar vista por los estudiantes. *Bordón: Revista de Orientación Pedagógica*, 57(5), 717-735.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciência y Educação*, 17(2), 249-268.
- Zhai, J., Jocz, J. A. y Tan, A. L. (2014). 'Am I Like a Scientist?' Primary children's images of doing science in school. *International Journal of Science Education*, 36(4), 553-576. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.791958>

Cómo citar en APA:

Vidal, M., Dapía, M. D. y Escudero R. (2021). Usos y opiniones de los estudiantes de Educación Primaria sobre la metodología docente en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 153-170. <https://doi.org/10.35362/rie8724469>





Carpintero Molina, E., Villamor Manero, P., García García, M., & Biencinto López, C. (2020). *Competencias docentes. 11 píldoras formativas para la excelencia y la equidad*. Editorial Círculo Rojo. Editorial Círculo Rojo, 160 páginas. ISBN/13: 9788413851266.

“Combinar inclusión y excelencia es posible”.

Esta es la idea que lleva a un grupo de profesoras preocupadas por la práctica docente a reflexionar sobre las competencias esenciales para lograr un aula inclusiva y excelente. Como resultado nace *Competencias docentes: 11 píldoras formativas para la excelencia y la equidad*. Este libro ofrece una hoja de ruta para guiar la autorreflexión, la autoevaluación y la autosuperación de cualquier profesional de la educación, independientemente de su edad, su experiencia o la etapa educativa en la que imparte.

El libro comienza felicitando a todo aquel que lo tiene en sus manos. El simple hecho de curiosear las hojas de este u otros materiales similares, hace del docente, de acuerdo con estas autoras, un profesional sobresaliente. Sin duda, querer mejorar es el primer paso para el cambio. Este libro persigue optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje y lograr que el docente sea competente y capaz de ofrecer oportunidades de aprendizaje adaptadas a todo el alumnado.

A modo de cuaderno de trabajo, sencillo y práctico, el libro hace un recorrido por las once competencias necesarias para lograr la excelencia y la equidad. Competencia emocional, tecnológica, dominio de la materia, vínculos con la comunidad, liderazgo, adaptación a las diferencias, comunicación, compromiso ético y valores, planificación e investigación son los elementos propuestos por estas docentes como ingredientes clave para mejorar la práctica docente.

Cada una de las competencias mencionadas se presenta en forma de píldora y acompañada por un caso práctico que nos acerca a la realidad educativa. Tras ello, sus autoras nos invitan a evaluarnos y situarnos en uno de los cuatro valores de competencia propuestos. Desde este punto, nos brindan claves para desarrollarla. Por último, cada capítulo termina con una serie de retos, a corto, medio y largo plazo, que invitan al lector/a a poner en práctica lo aprendido y reflexionado a lo largo de ese capítulo o píldora.

Entre las principales ideas que repiten a lo largo del libro, creo merece especial mención el hecho de que las once competencias están interrelacionadas entre sí, llevando el desarrollo de una a la mejora de otra. Resulta reseñable también, por su especial implicación en el buen hacer profesional, el no perder de vista nuestro objetivo.

Saber qué queremos hacer, conocer hacia dónde vamos, nos ayuda a no salirnos del camino. Para elegir de forma eficiente un instrumento, para poder planificarnos, para estar actualizados, no podemos perder de vista nuestro objetivo.

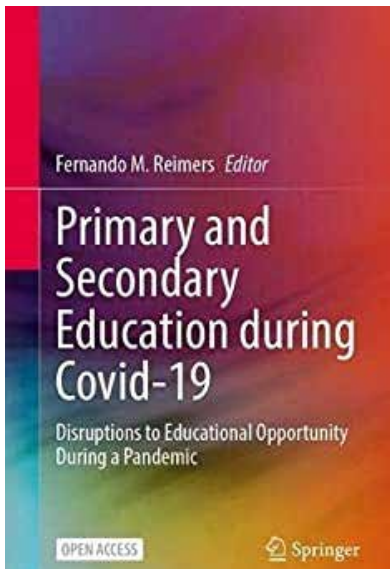
Junto a esta, otra de las ideas que merecen mención y que es, sin duda, hilo conductor de muchas de estas competencias presentadas, es la idea de formar equipo y comunidad. Como dice el popular proverbio africano “para educar a un niño se necesita una tribu entera”. Solos/as difícilmente podremos conseguir todo lo que nos da un equipo. Trabajar juntos, compartiendo objetivos, promueve el pensamiento creativo, la resolución de problemas, la búsqueda de nuevas soluciones y ofrece un espacio de crecimiento personal y profesional que tendrá consecuencias en la mejora de la práctica docente, en el aprendizaje de nuestros y nuestras estudiantes, en el sentido de pertenencia al centro, en el clima de trabajo y, por qué no, en la comunidad.

Para finalizar, el libro ofrece una rica biblioteca de recursos para aquellos que quieren saber más. Este valioso repositorio de información recoge desde interesantes libros y artículos de investigación y prácticas docentes de éxito para estar al día, hasta páginas webs institucionales o blogs personales, pasando por recursos digitales en abierto, podcast sobre educación, interesantísimas Ted Talks, conferencias, concursos a los que presentarse como docente o como centro, e incluso, alguna recomendación para pasar un buen rato con “los apuros de dos profes”.

Por último, me gustaría destacar también, la aplicabilidad de este libro como material de trabajo en la formación inicial de los y las docentes, dado su carácter práctico, accesible y cercano.

En resumen, el libro es una hoja de ruta esencial y recoge de manera magistral las competencias básicas que cualquier docente, interesado en mejorar y en hacer de su aula un lugar donde todos y todas caben, debe dominar.

Gema Pilar Sáez-Suanes
Universidad de Nebrija, España.



Reimers, F. M. (Ed.) (2021). *Primary and secondary education during Covid-19. Disruptions to Educational Opportunity During a Pandemic*. 475 páginas. Springer International Publishing. ISBN: 978-3-030-81499-1

La aparición del Covid-19 dio lugar a una situación de absoluta incerteza que marcó de forma inevitable a toda una sociedad. La pandemia supuso el traslado de las realidades cotidianas del aula a los hogares de los distintos niños y niñas, así como la aplicación de nuevas formas de transmisión del conocimiento. Además, a las circunstancias personales y familiares que surgieron en cada caso, hubo que sumarle el impacto comunitario y las dificultades económicas y sociales subyacentes.

Todo ello dejó al descubierto las fragilidades presentes en los diferentes sistemas educativos, pero ofreció a las escuelas un papel protagonista a la hora de poder afrontar la fragmentación social que se había generado. Es aquí donde se presenta el complejo reto de intentar dar una respuesta educativa acorde a la complejidad escolar actual y que ve su ritmo de trabajo habitual quebrado y cambiado.

Con la idea de poder analizar esta complicada realidad, surge el libro que aquí se presenta. Se trata de un volumen editado por el profesor Fernando M. Reimers y en el que colaboran importantes profesionales del sector educativo de variadas nacionalidades y que pretende recopilar las intenciones y dificultades de la educación primaria y secundaria surgidas a corto plazo a consecuencia del Covid-19. Partiendo de una introducción muy completa y donde se define de forma clara la estructura del libro, se suceden un total de 14 capítulos que recogen el testimonio del impacto educativo que supuso la pandemia en países como Brasil, Chile, Finlandia, Japón, México, Noruega, Portugal, Rusia, Singapur, España, Sudáfrica, Reino Unido y Estados Unidos, para finalizar con un capítulo 15 que recompila de forma genérica lo acontecido y poner el broche final con un capítulo de reflexiones e implementaciones.

A lo largo de las páginas se muestra de una forma detallada, como durante este período fue necesario sustituir la enseñanza presencial y en persona, por otras alternativas que permitieran continuar el proceso educativo, generando grandes variaciones en lo concerniente a su efectividad y posibilidades de acceso.

El libro hace un atento recorrido por distintas gráficas y porcentajes que permiten adentrarse de una forma clara en el impacto de la pandemia, considerando las diferencias sociales existentes en los distintos países, sus resultados académicos en algunas áreas, el impacto emocional y psicológico, el acceso a recursos digitales y la dificultad para utilizar ciertos servicios que solían ser ofrecidos por los centros educativos.

La pandemia ha dejado en evidencia la falta de espacios de estudio adecuado para muchos estudiantes, así como las dificultades para acceder a internet. Esto ha sido muy dispar y ha generado un crecimiento desigual a la vez que fomentado la exclusión social. El libro recoge como el problema de la brecha digital ha sido notable, lo que nos hace nuevamente repensar la educación en términos de igualdad, ya que aunque continuamente sea un concepto de uso ampliamente extendido, esta no es siempre una realidad existente. A todo ello hay que añadirle las dificultades de quienes presentan algún tipo de necesidad educativa o incluso diversidad funcional, siendo un reto doblemente complejo el que debía abordarse. En contrapartida, sin embargo, es relevante indicar que, en algunos lugares, esta situación excepcional ha contribuido a una adquisición acelerada de competencias digitales por parte del profesorado y para algunos estudiantes ha sido una oportunidad de aprendizaje y desarrollo de nuevas habilidades.

El libro se completa, a su vez, con la narración de cuáles han sido las estrategias adoptadas para intentar mitigar los efectos. Tal es el caso de algunos países como México y Costa Rica, que ofrecieron contenidos educativos por televisión, radio, facilitando material de trabajo, etc. o Kenia, que optó por suspender el curso escolar completo y retomarlo cuando las circunstancias lo permitieron o Chile y Brasil que emplearon alternativas de comunicación con las familias utilizando redes sociales y contacto telefónico, entre otros. Por el contrario, otros países como Finlandia o Noruega, presentaban un punto de partida más aventajado y una mejor posibilidad de acceso a las nuevas tecnologías.

Por otro lado, se recogen algunos argumentos críticos sobre el papel ejercido por parte de los diferentes gobiernos sobre las prioridades económicas o sanitarias abordadas, así como se hace mención a las variaciones existentes en ocasiones entre sistemas de escolarización público o privado, zonas rurales o urbanas, etc. También se recoge la gran diferencia existente entre los estudiantes pertenecientes a comunidades más ricas y más pobres en algunos lugares, estimando que en ciertos países puede incluso casi apreciarse una diferencia de un curso escolar completo, acrecentando así la brecha desigualitaria que ya de por sí es protagonista en muchos países, evocando con ello al lector a una muy necesaria reflexión al respecto.

Este libro permite conocer la capacidad de las escuelas y los distintos sistemas educativos a la hora de dar respuesta a situaciones tan complejas como la vivida. Asimismo, nos agasaja con la presentación de posibles respuestas productivas que permita paliar estas consecuencias, así como plantear nuevos retos que impidan las brechas existentes y dar forma adecuada a unos sistemas educativos que, ya de por sí, se corresponden a realidades difusas, cambiantes y complejas. Los resultados son presentados de forma clara y concisa mediante el análisis de diferentes estudios, así como a través de entrevistas a profesorado, estudiantes y funcionarios de gobierno; revisión legislativa, presentación de resultados de estudios, informes y documentos oficiales, cuestionarios a familias, etc.

Esta lectura no deja indiferente y pretende mostrar de una forma accesible cuál ha sido el balance del impacto educativo mediante el análisis de diferentes datos que ponen en evidencia un claro retroceso en la adquisición de aprendizajes del estudiante, siendo estos efectos, por supuesto, heterogéneos y dispares.

Se trata de un libro digno de elogio y felicitación, cuyos párrafos nos ofrecen de manera sencilla y de fácil lectura, las herramientas necesarias para poder comprender de una forma académica y científica la difícil situación que se ha atravesado y el impacto inmediato que ha supuesto. Por ello, este ejemplar se torna en un instrumento de necesaria lectura si lo que se pretende es ofrecer una enseñanza de calidad basada en las preocupaciones reales y sociales de una comunidad educativa con diferencias, pero que debe ser tratada y concebida desde la perspectiva de la igualdad de oportunidades.

El libro finaliza con la propuesta de retos educativos futuros y el apremio de situar la educación como una clara prioridad para poder dar respuesta a las dificultades de aprendizaje acaecidas y suavizar el probable aumento de la desigualdad social resultante. Se plasman algunas conclusiones comparativas en torno a qué tipo de enseñanza (presencial o telemática) proporciona mejores resultados y cómo se debería hacer para aplicarse en diferentes contextos, percibiendo incluso la necesidad de plantear ciertas medidas compensatorias.

En definitiva, este tomo se antoja como una invitación a la reflexión y el análisis de una realidad que pone en valor a los centros educativos no como meros transmisores de conocimientos, sino como el ingrediente esencial necesario para la existencia de una sociedad inclusiva, justa e igualitaria.

Laura García Docampo
Universidade de Santiago de Compostela (USC), España