

EDUCACIÓN Y SOCIEDAD:

*cambios y transformaciones desde
la ciencia y la tecnología*

Jakeline Amparo Villota Enríquez
Heriberto González Valencia
Patricia Medina Agredo
Editores científicos

VIGILADA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN

USC
UNIVERSIDAD
SANTIAGO
DE CALI

EDITORIAL



Cita este libro:

Villota Enríquez, J. A.; Gonzalez-Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. Científicos) (2022). *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

Palabras Clave / Keywords:

Arqueología, TIC, conservación; patrimonio, Colombia, agenda ciudadana; sensor, social, análisis de redes sociales; lingüística computacional; ciudad inteligente, inteligencia artificial, tecnología, educación superior, concepto estructurante, materia, propiedades de la materia, indagación, secuencia didáctica, residuos sólidos, perspectiva CTSA, enseñanza, aprendizaje, entrevista, concepciones, profesores universitarios de matemáticas, práctica pedagógica, recursos tecnológicos, geometría, visualización, computador, recta, entornos virtuales de aprendizaje, formación de docentes en matemáticas, TPACK en educación matemática, variación lineal, resolución de problemas, GeoGebra5, conocimiento tecnológico pedagógico (TPK).

Archeology, TIC, conservation, heritage, Colombia, citizen´s agenda, sensor, social, social network analysis, computational linguistics, smart city, artificial intelligence, technology, higher education, structuring concept, matter, properties of matter, inquiry, didactic sequence, solid waste, CTSA Perspective, teaching, learning, interview, conceptions, university mathematics teachers, pedagogical practice, technological resources, Geometry, visualizartion, computer, line, virtual learning environments, teacher training in mathematics, linear variation, problem solving, GeoGebra 5, TPACK in mathematics education, Pedagogical Technological Knowledge (TPK).

Contenido relacionado:

<https://investigaciones.usc.edu.co/>

EDUCACIÓN Y SOCIEDAD:

*cambios y transformaciones desde
la ciencia y la tecnología*

*Education and Society:
changes and transformations from science and technology*

Jakeline Amparo Villota Enríquez
Heriberto González Valencia
Patricia Medina Agredo

Editores científicos



EDITORIAL

Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología / Jakeline Amparo Villota Enríquez, Heriberto González Valencia y Patricia Medina Agredo [Editores Científicos]. --Santiago de Cali: Editorial Universidad Santiago de Cali, 2022.

290 páginas: ilustraciones; 24 cm.
Incluye referencias bibliográficas.

ISBN: 978-628-7501-82-9

ISBN (Libro digital): 978-628-7501-83-6

1. Arqueología 2. Agenda ciudadana 3. Análisis de redes sociales 4. Lingüística computacional 5. Ciudad inteligente I. Jakeline Amparo Villota Enríquez II. Heriberto González Valencia. III. Patricia Medina Agredo. Facultad de Educación. Universidad Santiago de Cali.

SCDD 370.19

CO-CaUSC

JRGB/2022



Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología.

© **Universidad Santiago de Cali.**

© **Editores científicos:** Jakeline Amparo Villota Enríquez, Heriberto González Valencia y Patricia Medina Agredo.

© **Autores:** Jakeline Amparo Villota Enríquez, Guillermo Iglesias Paz, Heriberto González Valencia, Germán Darío Isaza Gómez, Angelica María Moreno Salcedo, Raúl Javier Jordán Amaya, Daniela Varela Franco, Zalathiel Cárdenas Bonilla, Luis Hernando Tamayo Llanos, Patricia Medina Agredo, Maribel Deicy Villota-Enríquez, Dora Alexandra Villota Enríquez, Luis Fernando Gutiérrez Cano, Luciano Gallón Londoño, Luis Jorge Orcasitas Pacheco, María Teresa González Astudillo, Paulo Diniz, Sebastián Solano Díaz, Robinson Junior Conde Carmona, Maribel Monzalvo Moreno, Marcos Campos Nava, Andrés Felipe Muñoz-Tello y Marcela Duarte-Herrera.

Edición 100 ejemplares
Cali, Colombia
2022

Comité Editorial Editorial Board

Claudia Liliana Zúñiga Cañón
Edward Javier Ordóñez
Paula Andrea Garcés Constain
Sergio Molina Hincapié
Jonathan Pelegrín Ramírez
Yuriban Hernández
Jhon Fredy Quintero-Uribe
Milton Orlando Sarria Paja
José Fabián Rios Obando

Proceso de arbitraje doble ciego:

“Double blind” peer-review.

Recepción/Submission:

Agosto (August) de 2021.

Evaluación de contenidos/ Peer-review outcome:

Septiembre (September) de 2021.

Aprobación/Acceptance:

Noviembre (November) de 2021.



La editorial de la Universidad Santiago de Cali se adhiere a la filosofía de acceso abierto. Este libro está licenciado bajo los términos de la Atribución 4.0 de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso, el intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre cuando se dé crédito al autor o autores originales y a la fuente <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMIENTOS

Acknowledgments

A continuación se presenta al grupo de profesores académicos que colaboraron con la lectura de los diferentes capítulos que constituyen este libro de investigación realizando contribuciones constructivas para los autores.

Jakeline Amparo Villota Enríquez

Universidade Federal do Pará

Maribel Deicy Villota Enríquez

Universidade Federal de São Carlos

Patricia Medina Agredo

Universidad Santiago de Cali

Dora Alexandra Villota Enríquez

Universidad Andina

Guillermo Iglesias Paz

Universidad Santiago de Cali

Heriberto González Valencia

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte

Karina Moreira Meneses

Universidade Federal da Bahia

Mario Díaz Villa

Universidad del Valle

CONTENIDO

Prólogo.....	11
--------------	----

PARTE A:

EDUCACIÓN Y TECNOLOGÍA DESDE EL CAMPO SOCIAL

Capítulo 1. La inteligencia artificial en el campo de la educación superior.....	19
--	----

Jakeline Amparo Villota Enríquez; Universidade Federal do Pará. Belém-Brasil

Guillermo Iglesias Paz; Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia

Capítulo 2. Impacto de las plataformas virtuales sobre el proceso de enseñanza del voleibol durante la pandemia por covid-19	41
--	----

Heriberto González Valencia; Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia

Germán Darío Isaza Gómez; Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia

Angelica María Moreno Salcedo; Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia

Raúl Javier Jordán Amaya; Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia

Daniela Varela Franco; Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia

Capítulo 3. Innovando en ciencias naturales: la enseñanza basada en la indagación para la comprensión de conceptos científicos.....	79
---	----

Zalathiel Cárdenas Bonilla; Secretaría de Educación de Cali. Cali-Colombia

Luis Hernando Tamayo Llanos; Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia

Patricia Medina Agredo; Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia

Capítulo 4. La conservación del patrimonio arqueológico en Colombia desde las TIC	109
---	-----

Maribel Deicy Villota-Enríquez; Universidade Federal de São Carlos. São Paulo-Brasil

Dora Alexandra Villota Enríquez; Universidad Andina Simón Bolívar. Ecuador

Capítulo 5. Mecanismo para transferir a la ciudad inteligente la construcción de una “Agenda Ciudadana” basada en tuits	127
---	-----

Luis Fernando Gutiérrez Cano; Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín-Colombia

Luciano Gallón Londoño; Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín-Colombia

Luis Jorge Orcasitas Pacheco; Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín-Colombia

PARTE B:

EDUCACIÓN INVESTIGATIVA PARA LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

Capítulo 6. Concepções dos professores universitários de matemáticas sobre a implementação e uso das TIC	161
Jakeline Amparo Villota Enríquez; Universidade Federal do Pará. Belém-Brasil María Teresa González Astudillo; Universidad de Salamanca. Salamanca-España	
Capítulo 7. Posição relativa de retas no espaço: o computador entre o que os olhos e a mente veem	183
Paulo Diniz; Universidade Licungo. Beira-Moçambique	
Capítulo 8. Conocimiento tecnológico pedagógico de futuros docentes de Matemática: un análisis de estudio de casos múltiples	203
Sebastián Solano Díaz; Universidad del Atlántico. Barranquilla-Colombia Robinson Junior Conde Carmona; Universidad del Atlántico. Barranquilla-Colombia	
Capítulo 9. Propuesta de actividades de aprendizaje usando GeoGebra5 para abordar el tema de variación lineal en primero de secundaria.....	229
Maribel Monzalvo Moreno; Secretaría de Educación Pública de Hidalgo. Hidalgo-México Marcos Campos Nava; Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo-México	
Capítulo 10. Evaluación y software en cursos de Matemática: educación durante la pandemia	257
Andrés Felipe Muñoz-Tello; Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia Marcela Duarte-Herrera; Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia	
Acerca de los autores	279
Pares evaluadores	287

CONTENT

Foreword	11
-----------------------	----

PART A:

EDUCATION AND TECHNOLOGY FROM THE SOCIAL FIELD

Chapter 1. Artificial intelligence in the field of higher education	19
--	----

Jakeline Amparo Villota Enríquez; Universidade Federal do Pará. Belém-Brasil

Guillermo Iglesias Paz; Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia

Chapter 2. Impact of virtual platforms on the volleyball teaching process during the covid-19 pandemic	41
---	----

Heriberto González Valencia; Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia

Germán Darío Isaza Gómez; Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia

Angelica María Moreno Salcedo; Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia

Raúl Javier Jordán Amaya; Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia

Daniela Varela Franco; Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Colombia

Chapter 3. Innovating in natural sciences: inquiry-based teaching for the understanding of scientific concepts	79
---	----

Zalathiel Cárdenas Bonilla; Secretaría de Educación de Cali. Cali-Colombia

Luis Hernando Tamayo Llanos; Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia

Patricia Medina Agredo; Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia

Chapter 4. Conservation of archaeological heritage in Colombia from the perspective of ICTs	109
--	-----

Maribel Deicy Villota-Enríquez; Universidade Federal de São Carlos. São Paulo-Brasil

Dora Alexandra Villota Enríquez; Universidad Andina Simón Bolívar. Ecuador

Chapter 5. Mechanism to transfer to the smart city the construction of a "Citizen Agenda" based on tweets	127
--	-----

Luis Fernando Gutiérrez Cano; Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín-Colombia

Luciano Gallón Londoño; Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín-Colombia

Luis Jorge Orcasitas Pacheco; Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín-Colombia

PART B:
RESEARCH EDUCATION FOR MATHEMATICS EDUCATION

Chapter 6. Mathematics university teachers' conceptions about the implementation and use of ICT	161
Jakeline Amparo Villota Enríquez; Universidade Federal do Pará. Belém-Brasil María Teresa González Astudillo; Universidad de Salamanca. Salamanca-España	
Chapter 7. Relative position of retas in space: the computer between what the eyes and the mind see	183
Paulo Diniz; Universidade Licungo. Beira-Moçambique	
Chapter 8. Technological pedagogical knowledge of future mathematics teachers: a multiple case study analysis	203
Sebastián Solano Díaz; Universidad del Atlántico. Barranquilla-Colombia Robinson Junior Conde Carmona; Universidad del Atlántico. Barranquilla-Colombia	
Chapter 9. Proposal of learning activities using GeoGebra5 to address the topic of linear variation in the first year of secondary school.....	229
Maribel Monzalvo Moreno; Secretaría de Educación Pública de Hidalgo. Hidalgo-México Marcos Campos Nava; Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo-México	
Chapter 10. Evaluation and software in mathematics courses: education during the pandemic	257
Andrés Felipe Muñoz-Tello; Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia Marcela Duarte-Herrera; Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia	
About the authors	279
Peer reviewers	287

PRÓLOGO

Foreword

Nos complace presentar este libro producto de procesos académicos y resultados de investigación desde los procesos educativos, la ciencia y la tecnología. Su producción integra grupos de investigación ubicados en el contexto regional, nacional e internacional, tales como: Globalización de las matemáticas a través de la tecnología y la informática (GOMATECIN), Grupo de Ciencia de la Educación, Educación Superior y Conceptos (CIEDUS), Educar 2030, Laboratorio de Neurociencia (LabNEC-UFPA), Grupo de Investigación en Comunicación Urbana (GICU), Grupo de Investigación en Física, Estadística y Matemáticas (GIFEM), Pedagogía infantil, Lenguaje Cognición y Educación, Cuerpo Académico de Didáctica de las Matemáticas, Grupo de Estudios Interdisciplinarios y en Matemáticas, Educación y Desarrollo (GIMED). En esta orientación se cuenta con la participación de semilleros e investigadores de la Universidad Santiago de Cali, la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte, Universidad del Valle, Universidad del Atlántico, Secretaría de Educación de Cali-Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidade Federal do Pará, Universidade Federal de São Carlos, Universidad Andina, Universidade Licungo, Universidad de Salamanca, Secretaría de Educación de Hidalgo-México.

Este libro titulado *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología* es producto de un espacio que se abrió desde el año 2019 a través de la publicación del libro de investigación *Tecnología, Sociedad y Educación: Desafío de las TIC en el desarrollo social y sus implicaciones en la práctica pedagógica*, donde se presentaron diversos estudios científicos en torno a la tecnología desde el campo social y educativo. En el año 2020 se realiza un trabajo análogo donde se publica el libro de investigación *Tecnología, Sociedad y Educación:*

Perspectivas Interdisciplinarias en Torno a las TIC desde el Campo Social y Educativo donde se abordaron diferentes discusiones científicas sobre el uso y manejo de recursos tecnológicos para la enseñanza y aprendizaje de distintas áreas del conocimiento, generando reflexiones enfocadas en las políticas gubernamentales que limitan y fortalecen el acceso de los recursos tecnológicos en diferentes contextos mundiales. Así, este libro nos invita a reflexionar sobre las transformaciones y cambios de la ciencia a través de la tecnología desde el campo social y educativo, intensificados aun más en el período de pandemia de Covid-19, mostrando la importancia de la tecnología a nivel mundial desde la perspectiva social y educativa siendo esta denominada como la “ciencia innovadora” que permite realizar múltiples procesos de manera eficaz y eficiente. La invitación es a la lectura del libro *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*, el cual se enfoca en el campo social y educativo y esta estructurado en dos partes, que presentamos desde el contenido desarrollado en cada uno de los diez capítulos.

La parte A, aborda la tecnología desde el campo social, y comprende cinco capítulos. El primero, trata de “La inteligencia artificial en el campo de la educación superior”, el cual destaca que la educación está inmersa en la adaptación de la inteligencia artificial (IA), ya que se ha integrado a pasos agigantados en la sociedad. Así, se presentan contradicciones entre el impetuoso desarrollo de la IA y su aplicación en disímiles esferas de la actividad humana, entre ellas la educación. Así mismo, destaca la necesidad de velar por los valores y la ética en la aplicación de esta tecnología en aras de la conservación y desarrollo de la humanidad. El segundo aborda el “Impacto de las plataformas virtuales sobre el proceso de enseñanza del voleibol durante la pandemia por covid-19”. El capítulo describe que los procesos de enseñanza y entrenamiento deportivo evidenciaron cambios obligados en el marco de la pandemia por el COVID-19. Se logró identificar que no todos los entrenadores están debidamente capacitados para la utilización de estas plataformas virtuales y no todos tienen las herramientas adecuadas, debido a que fue un cambio de la noche a la mañana. Los resultados recomiendan a los entrenadores de la Liga Vallecaucana de

Voleibol la creación de una plataforma de enseñanza virtual, que favorezca los procesos de enseñanza-aprendizaje del voleibol. El tercer capítulo, “Innovando en ciencias naturales: la enseñanza basada en la indagación para la comprensión de conceptos científicos”, ha buscado demostrar las transformaciones cognitivas de los estudiantes, posteriores a la intervención. La presente investigación privilegia la enseñanza por indagación y comprueba la hipótesis de que los estudiantes pueden comprender de manera amplia y significativa el concepto estructurante de materia y sus propiedades, por medio de actividades de aprendizaje organizadas en una secuencia didáctica. El capítulo cuatro “La conservación del patrimonio arqueológico en Colombia desde las TIC”, destaca que, frente al panorama de desigual distribución, debilidad institucional y limitados niveles de educación, los países de América Latina y el Caribe, han alentado el uso masivo de las TIC en áreas diversas del desarrollo económico y social. Resalta que la conservación del patrimonio arqueológico en Colombia desde el área de las TIC, se verifica entre disputas internas teóricas que ocurren al interior del campo mismo, y disputas externas que reclaman una transformación de la construcción de realidades nacionales exacerbadas por temas de identidad y cultura. El quinto capítulo se refiere al “Mecanismo para transferir a la ciudad inteligente la construcción de una Agenda Ciudadana basada en tuits”. La reflexión problematiza la creación y aplicación del instrumento denominado “Metodología Agenda Ciudadana”, destinado a medir la participación ciudadana por medio del análisis del conjunto de redes y de la lingüística computacional. Los resultados indican que, aunque hay avances, todavía se requieren metodologías de E-participación que admitan agregar y analizar la información obtenida de ciudadanos. Los autores refieren que el trabajo investigativo indica el potencial que tienen las redes sociales en la construcción de la política pública dentro la etapa de formulación de ésta.

La parte B, se orienta desde la investigación educativa para la educación matemática y tiene cinco capítulos. El primer capítulo “Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC”, tiene como objetivo examinar la evidencia sobre el impacto de las concepciones de los profesores uni-

versitarios de matemáticas en la práctica pedagógica del docente y en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Los resultados describen que existen varias concepciones de los profesores universitarios en torno al proceso de enseñanza de las matemáticas desde diferentes enfoques de investigación, tales como: trabajo en proyectos, interpretación cualitativa y método mixto. El segundo capítulo “Posición relativa de las rectas en el espacio: El computador entre lo que ven los ojos y la mente” presenta una experiencia docente con estudiantes en enseñanza de las matemáticas, en la Universidad Licungo, en Mozambique. Los resultados mostraron que los estudiantes tenían dificultades para relacionar los textos representados por los dibujos y los textos que surgían de la elaboración algebraica de las soluciones. Con la experiencia se hizo evidente la contribución de la computadora para disipar aparentes inconsistencias entre los resultados obtenidos a través de dibujos en papel y análisis vectorial.

Las conclusiones indican la importancia de la manipulación de materiales concretos y el uso de software matemático en la comprensión de los contenidos geométricos. En el tercer capítulo “Conocimiento tecnológico pedagógico de futuros docentes de Matemática: Un análisis de estudio de casos múltiples” la investigación tuvo como objetivo caracterizar la relación entre práctica pedagógica y el conocimiento sobre los entornos virtuales de aprendizaje de los profesores de Matemáticas en formación. Los resultados indican que existen diferencias entre lo que dicen y hacen los docentes de matemáticas en formación, lo que es comprobado al observar el desarrollo de una clase planeada por ellos. En el cuarto capítulo “Propuesta de actividades de aprendizaje usando GeoGebra5 para abordar el tema de variación lineal en primero de secundaria” se presenta el desarrollo y resultados de una investigación de tipo cualitativo, que tuvo el objetivo de proponer una secuencia de actividades de aprendizaje relacionadas con el tema de variación lineal, con el enfoque de resolución de problemas y el uso de la herramienta digital GeoGebra5. Los resultados indican la necesidad de que los profesores conozcan a profundidad el modelo educativo y la metodología didáctica con los cuales van a trabajar. El quinto y último capítulo “Evaluación y software en cursos de Matemática: Educación

durante la pandemia”, destaca que en tiempos del COVID-19 el uso de las tecnologías ha sido uno de los recursos primordiales para el aprendizaje y al mismo tiempo un nuevo desafío en instituciones de educación. Los resultados indican que la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, en la práctica pedagógica y en la creación de evaluaciones por los profesores requiere elementos adicionales, entre ellos, la motivación del docente y los estudiantes.

Desde esta puesta, la perspectiva pareciera que en la medida que avanza la ciencia y la tecnología, ésta nos conduce a efectuar actividades a través de procesos de experimentación que conllevan al crecimiento de nuevos recursos, y su vez, en la práctica y uso para el desarrollo del conocimiento humano. El impacto de la tecnología en la educación y la sociedad ha permitido realizar diferentes actividades en situaciones cotidianas y académicas de forma sencilla y agradable para los seres humanos, que termina influyendo en ámbitos que transitan en lo social, político y económico.

La educación y la sociedad han generado diversos cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología a través del uso de los recursos tecnológicos en la enseñanza e investigación desde los diferentes campos del conocimiento científico tales como: ciencias fácticas, ciencias sociales y matemáticas. La educación y la sociedad como ejes transversales de la tecnología conllevan a procesos de reflexión sobre cómo se asume la transformación constante de los conocimientos científicos de forma contextualizada generando procesos de innovación, avances científicos, investigación educativa, investigación social y patentes que fortalecen el desarrollo de las ciencias.

La tecnología permite utilizar herramientas que facilitan al ser humano realizar cálculos extremadamente complicados o entrar en contacto con la naturaleza de forma que el cuerpo humano no puede hacerlo. Como ejemplos podemos mencionar algunos avances que gracias a la tecnología hemos logrado y continúan impresionando por su ingenio. Entre ellos están: realizar pagos a través de un teléfono celular, el uso de drones para vigilancia aérea, impresoras en 3D

para la realización de prótesis, e infinidad de aparatos tecnológicos que no solo influyen en nuestra manera de vivir, sino que además cambian nuestra forma de pensar y ver las cosas llevándonos a niveles de conocimiento nunca antes vistos. Con relación a la tecnología se puede decir que la ciencia va de la mano y no admiten separación.

A medida que se realizan avances tecnológicos se hace aun mayor la importancia de la investigación como parte fundamental del desarrollo de nuevas estrategias en pro de la adquisición de saberes que encaminaran a la humanidad dentro de un determinado orden que facilita el entendimiento de nuestro entorno. La utilización de los recursos tecnológicos en el campo educativo se ha incrementado con el propósito de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de los contenidos curriculares; sin embargo, no se puede negar que existen distintas adversidades para acceder a ellos, como, por ejemplo: acceso a internet, acceso a los recursos tecnológicos, formación digital, juegos pedagógicos, desenvolvimiento de softwares, entre otras, que si no se manejan de manera adecuada, pueden generar obstáculos epistémicos.

En este libro, se hacen evidentes las actividades de constante búsqueda, por parte de todos los actores de la comunidad académica, de integración de algún grado de tecnología en los procesos de académicos para potencializar los resultados de aprendizaje esperados. Diferentes investigaciones, procesos académicos, encuentros de comunidad educativa, etc., traen como resultado aportes a la educación y la sociedad en general, siempre buscando herramientas para mejorar y ofrecer procesos llamativos e innovadores, que contribuyan a los cambios personales e institucionales de enseñanza-aprendizaje e investigación, objetivando el protagonismo de los/las estudiantes en esa construcción.

Loiva de Oliveira

Dora Alexandra Villota Enríquez

PARTE A

**EDUCACIÓN Y
TECNOLOGÍA DESDE EL
CAMPO SOCIAL**

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL CAMPO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Artificial intelligence in the field of higher education

Jakeline Amparo Villota Enríquez

Universidade Federal do Pará. Belém, Brasil

© <https://orcid.org/0000-0003-3086-8268>

✉ javillota@hotmail.com

Guillermo Iglesias Paz

Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0001-5222-2703>

✉ guillermoip@hotmail.com

Resumen. Este capítulo tiene como propósito describir cómo la inteligencia artificial ha permeado el campo de la educación superior. La inteligencia artificial ha trascendido diferentes campos del conocimiento tales como: neurociencia, computación, psicología, etc., los cuales están ligados con el campo educativo a través de diversos elementos como: tecnologías educativas, aprendizaje y enseñanza en línea y robótica que, entre otras, hacen parte de las herramientas didácticas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los contenidos curriculares. La metodología implementada fue documental donde se utilizaron los siguientes elementos: libros, artículos científicos, documentos de ponencias nacionales e internacionales, tesis académicas, informes de proyectos de investigación y bases de datos, entre otros. Los resultados muestran que la relación de la inteligencia artificial y la educación superior está mediada por varios elementos

Cita este capítulo

Villota Enríquez, J. A. y Iglesias Paz, G. (2022). La inteligencia artificial en el campo de la educación superior. En: Villota Enríquez, J. A.; González Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. científicos). *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*. (pp. 19-40). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

como, operador (máquinas), algoritmos, mente (cerebro) y comportamiento. La inteligencia artificial se ha integrado en el campo de la educación superior mediante estrategias de enseñanza y aprendizaje como, por ejemplo, diseño de sistemas expertos, *crowdsourcing*, aprendizaje automático, sistema de tutores inteligentes, sistema de evaluación automático, aprendizaje basado en juegos, aprendizaje colaborativo soportado por el computador.

Palabras claves: inteligencia artificial, tecnología, educación superior.

Abstract. This book chapter is intended to describe how artificial intelligence has permeated the field of higher education. Artificial intelligence has transcended different fields of knowledge such as: Neuroscience, Computing, Psychology, etc., which are linked to the educational field through various elements such as: educational technologies, online learning and teaching, robotics, among others. part of the didactic tools in the teaching and learning processes of the curricular contents. The methodology implemented was documentary where the following elements were used: books, scientific articles, national and international papers, academic theses, research project reports, databases, among others. The results show that the relationship between artificial intelligence and higher education is mediated by various elements such as: operator (machines), algorithms, mind (brain) and behavior. Artificial intelligence has been integrated into the field of higher education through teaching and learning strategies such as: Expert system design, *crowdsourcing*, machine learning, intelligent tutor system, automatic evaluation systems, game-based learning, collaborative learning. supported by the computed.

Keywords: artificial intelligence, technology, higher education.

Introducción

El matemático Alan Turing fue el precursor de la inteligencia artificial (IA) ya que sus aportes académicos fueron fundamentales en el proceso de construcción de los primeros prototipos de computadores. Particularmente la pregunta que motivó a Alan Turing a desarrollar diferentes avances científicos fue: ¿Las máquinas podrían pensar? generando así una reformulación sobre el concepto de “inteligencia”, lo cual conllevó a delinear estrictamente los límites de la computación, implicando y revolucionando diferentes procedimientos en torno a los campos de la medicina y la educación, entre otros.

La inteligencia artificial (IA) se ha integrado a diferentes campos del conocimiento científico que están inmersos en diferentes ciencias como, por ejemplo: las ciencias fácticas, ciencias puras, ciencias humanas, entre otras, por lo que recobra gran importancia mundialmente. La inteligencia artificial (IA) ha permeado diferentes contextos ligados a los conocimientos científicos en aras de fortalecer el desarrollo desde diferentes áreas como social, económica, industrial, comercial, política, ambiental, cultural y educativa, entre otros.

La educación está inmersa en la adaptación de la IA ya que se ha integrado a pasos agigantados; sin embargo, su generalización se visualiza lejana, ya que su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los contenidos curriculares está ligado a temáticas académicas, gubernamentales y éticas que influyen en la utilización de la IA en el campo educativo; tal como lo manifiesta León y Viña (2017):

Hoy en día cuando se lleva a cabo un impetuoso proceso de convergencia de tecnologías y saberes, toman un valor fundamental los temas relacionados con el entorno de protección y garantía de los valores y la ética en la asimilación y empleo de dichos avances y su defensa. Nos encontramos ante la siguiente contradicción: por un lado, el impetuoso desarrollo de la Inteligencia Artificial y su aplicación en disímiles esferas de la actividad humana, entre ellas la educación y por otro, la ne-

cesidad de velar por los valores y la ética en la aplicación de esta tecnología en aras de la conservación y desarrollo de la humanidad (p. 413).

En la educación superior, la IA se ha integrado en diferentes áreas del conocimiento científico para la formación de profesionales, brindándoles apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los contenidos curriculares (Ocaña, Valenzuela y Garro, 2017; León y Viña, 2017; Rivera y Sánchez, 2016; Villota, Diaz y Gómez; 2019; Villota y González, 2020; Cano, 2017; González, Ramírez y Salazar, 2018; Palomino, 2017). El uso de la IA en la educación superior ha generado diversas aplicaciones que ayudan en los procesos de enseñanza y aprendizaje, como, por ejemplo: la creación de artefactos tecnológicos (robótica) donde se relacionan distintos conocimientos científicos, tutorización inteligente, aprendizaje online (optimizar la formación), etc.

Dado lo anterior, la pregunta que direccionará este documento investigativo es: ¿Cómo la IA ha permeado el campo de la educación superior? Así, el objetivo de este trabajo documental es describir como la IA se ha integrado en el campo de la educación superior a través del proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos curriculares.

¿Qué es la inteligencia artificial (IA)?

La inteligencia artificial (IA) está relacionada con las ciencias de la computación; el precursor de sus criterios en torno al desarrollo fue Alan Turing –a través del test de Turing– el cual consiste en estudiar la capacidad de mostrar un comportamiento inteligente, semejante al del ser humano, mediante una máquina. En otras palabras, la IA está ligada con las máquinas, las cuales ayudan a fortalecer la comprensión sobre la inteligencia, generando modelos y simulaciones sobre las funciones cognitivas del ser humano.

El concepto en torno a la IA no posee una definición única, precisamente porque no existe una definición única sobre la “inteligencia”, tal como lo argumentan Ponce, Torres, Silva y Casali (2014):

[...] La IA tuvo que lidiar con el conflicto de que no existía una definición clara y única de inteligencia; así es que no es de sorprender que aún en la actualidad, no exista una definición única de ella. Así como la psicología ha identificado diferentes tipos de inteligencia humana (emocional, interpersonal, musical, lingüística, quinestésica, espacial, etc.), las distintas definiciones de la inteligencia artificial hacen énfasis en diferentes aspectos; aunque existen similitudes entre ellas (p. 16).

Sin embargo, la IA no es una temática nueva ya que varios científicos desde la antigüedad han asumido la inteligencia artificial de forma indirecta ya que conciben la mente como una máquina que funciona desde el conocimiento cifrado, tal como lo argumenta Ponce (2014):

Los filósofos como Sócrates, Platón, Aristóteles, Leibniz desde el año 400 aC, sentaron las bases para la inteligencia artificial al concebir a la mente como una máquina que funciona a partir del conocimiento codificado en un lenguaje interno y al considerar que el pensamiento servía para determinar cuál era la acción correcta que había que emprender. Por ejemplo, Aristóteles quien es considerado como el primero (300aC) en describir de forma estructurada la forma como el ser humano produce conclusiones racionales a partir de un grupo de premisas; contribuyó con un conjunto de reglas conocidas como silogismos que actualmente son la base de uno de los enfoques de la Inteligencia Artificial (pp. 16-17).

En este sentido, las teorías en torno a la IA se han construido a partir de los conocimientos científicos generados desde tiempos antiguos a través de intelectuales de la época, donde, de forma directa, asumieron la mente como una máquina en función del conocimiento cifrado; es decir, la mente de los seres humanos y los conocimientos científicos están estrechamente relacionados. Así, la IA no está aislada de todos los campos del conocimiento científico por lo que su influencia ha generado diversas transformaciones, surgiendo diferentes cuestionamientos: ¿Cómo se ha realizado la relación entre la IA y los campos del conocimiento científico?, ¿Cuáles han sido las transformaciones o cambios que ha generado la IA en los campos del conocimiento científico?, si la respuesta es positiva, ¿Cómo

aquellos cambios han influenciado en el desarrollo social, industrial, económico, cultural y ambiental?

En esta dirección, Romero, Dafonte, Gómez y Penousal (2007) argumentan que la IA tiene como objetivo construir sistemas y máquinas que poseen un comportamiento inteligente, ligados a diferentes elementos tales como: el aprendizaje, adaptación de contextos educativos, creatividad e interacción, entre otras, que se relacionan con el concepto de “inteligencia” y por ende con el comportamiento inteligente del ser humano, tornándose la IA interdisciplinar, multidisciplinar y transdisciplinar en los distintos campos del conocimiento.

Análogamente, Rivera y Sánchez (2016) manifiestan que la mente procesa la información, la codifica, la almacena y la recupera de forma semejante a como lo hace un ordenador. Así, la IA está ligada a la relación de un determinado ordenador y la mente; es decir, el ordenador es una mente, por lo que los circuitos son diferentes a los del cerebro, a pesar de que sus resultados sean similares a la conducta humana; sin embargo, cuando se procesan los circuitos a través de una máquina, la misma necesita pensar de forma semejante a como lo hace la mente humana cuando procesa la información.

En relación a lo anterior, Romero et al. (2007) asumen la IA como un proceso donde se construyen sistemas ligados a máquinas, las cuales tienen un comportamiento inteligente; mientras que Rivera y Sánchez (2016) manifiestan que, en la IA, un ordenador es la mente; por lo que estos autores tienen posturas semejantes; es decir que la IA está ligada a dos elementos fundamentales tales como: *las máquinas y el comportamiento inteligente inmerso en el ser humano*. Sin embargo, Rivera y Sánchez (2016) presentan una relación interesante entre la mente y un ordenador; donde la mente tiene inmerso todo un proceso relacionado con la adquisición de la información (codificación, almacenamiento, recuperación) algo muy similar como realiza el proceso un ordenador a través de la relación entre los circuitos.

Hardy, (2001, p. 171) propone una tabla comparativa de características entre el cerebro humano (mente) y un determinado ordenador como, por ejemplo, el computador.

Tabla 1. Cerebro humano vs computador.

Cerebro humano	Computador
Lento	Rápido
Razonamiento inductivo	Razonamiento deductivo
Impreciso	Preciso
Perceptivo	No perceptivo
Olvida	Memoria a largo plazo
Creativo	No creativo
Emoción	Sin emoción
Aprende	Programado
Electroquímico	Eléctrico

Fuente: Hardy (2001).

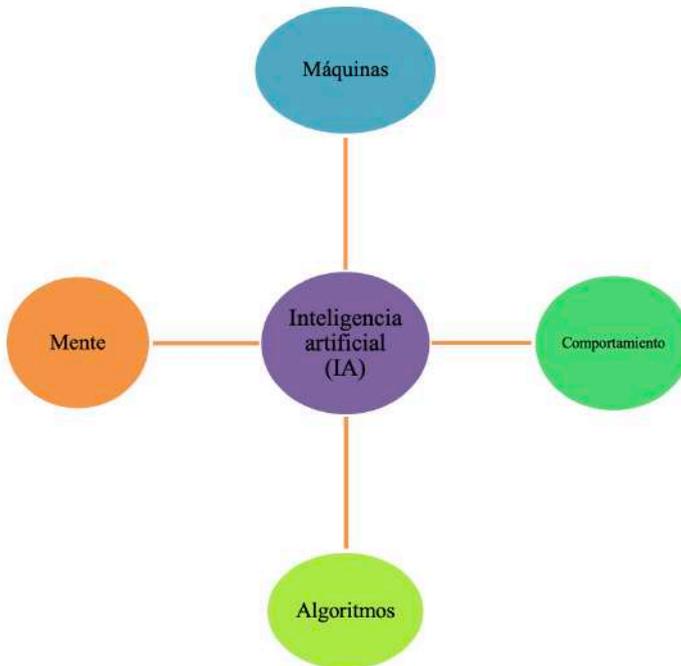
Por otro lado, Bellman (1978) citado por Moreno (2019) define la IA como mecanización de tareas, las cuales están relacionadas con los procesos del pensamiento humano; es decir, este campo de estudio se centra en explicar la conducta inteligente mediante procesos computacionales. En otras palabras, la IA está representada mediante la automatización de diferentes tareas (procesos computacionales) que están inmersas en el comportamiento humano (conducta, emociones, aprendizaje, entre otras).

En esta misma dirección, Russell y Norvig (1994) citados por Moreno (2019) afirman que: “La Inteligencia Artificial es la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten las mismas capacidades que el ser humano.” (p. 262). Es decir, la IA está conformada por algoritmos que son necesarios para fabricar máquinas que tengan las mismas capacidades del ser humano.

Las posturas de Bellman (1978) y los investigadores Russell y Norvig (1994) convergen ya que asumen la IA e implementan los mismos elementos para definir el concepto, tales como: mecanización de tareas – algoritmos planteados – conducta humana – y creación de máquinas, los cuales son fundamentales para crear la relación máquina

capacidades humanas. A continuación, se representa las relaciones entre los elementos inmersos en la IA en torno a las posturas de estos investigadores.

Figura 1: Elementos en torno a la IA



Fuente: Elaboración propia (2021)

Dado lo anterior, la IA abre nuevos caminos en torno a la exploración de conocimientos científicos desde diferentes campos, tales como medicina, educativo, social, cultural, entre otros, los cuales permean el desarrollo científico. La IA indudablemente está presente en nuestras

cotidianidades; sin embargo, aún quedan diversos elementos para ser indagados ya que este campo del conocimiento es muy reciente.

La inteligencia artificial en el campo educativo

La implementación de la IA en el campo de la educación es muy reciente; se ha realizado a través de la exploración en los procesos de enseñanza y aprendizaje desde diversas actividades académicas, como por ejemplo: la implementación de la robótica, aprendizaje inteligente a través de los recursos tecnológicos, entre otros, que se tornan en herramientas didácticas que ayudan a fortalecer el proceso de apropiación de los contenidos curriculares. Adicionalmente, la IA, en el contexto de la educación, se ha utilizado para desarrollar diferentes procesos de investigaciones académicas generando interés tanto para el profesor como para el estudiante y tornándose interdisciplinar, multidisciplinar y transdisciplinar.

La integración de la IA en la educación no se debe asumir como un intruso que ha llegado a invadir sino como un campo de estudio que puede facilitar diferentes procesos inmersos en el campo educativo; tal como lo manifiesta Moreno (2019):

La inteligencia artificial vendría a ser parte de cada uno de los aspectos más importantes y funcionales de la red (Internet), en el caso específico de la educación no debemos mirar la aparición de la inteligencia artificial no como un enemigo sino como un posible campo de estudio, herramienta de uso, posibilitador de nuevas estrategias para el aprendizaje, generador de nuevas preguntas para la investigación educativa; estas posibilidades hay que mirarlas detenidamente y analizarlas a fin de poder entender y generar un puente que permita a la educación, en especial la educación en tecnologías y con tecnologías para así explotar las infinidad de posibilidades que trae el auge y crecimiento volumétrico de la inteligencia artificial de la mano con el desarrollo de aplicaciones en nuevos campos [...] (p. 262).

De este modo, la IA puede considerarse como un elemento didáctico que permite realizar actividades académicas generando nuevas estrategias en torno a los procesos de enseñanza y aprendizaje donde se pueden realizar diferentes investigaciones a través de preguntas contextualizadas. En otras palabras, la IA ayuda a promover el fortalecimiento de herramientas didácticas ligadas a la práctica pedagógica del profesor; y también facilita la exploración del campo de investigación sobre la IA en el contexto educativo.

En esta dirección, Ocaña, Valenzuela y Garro (2019) argumentan que el campo de la IA está centrado en la simulación de capacidades de la inteligencia del cerebro humano, por lo que interacción y el aprendizaje a través de aplicaciones hacen parte del mismo, generando contribuciones significativas en la educación. En la educación superior la integración de la IA realizada mediante aplicaciones digitales intenta brindar nuevas herramientas didácticas en los procesos de enseñanza y aprendizaje en aras de fortalecer el proceso de apropiación de los contenidos curriculares.

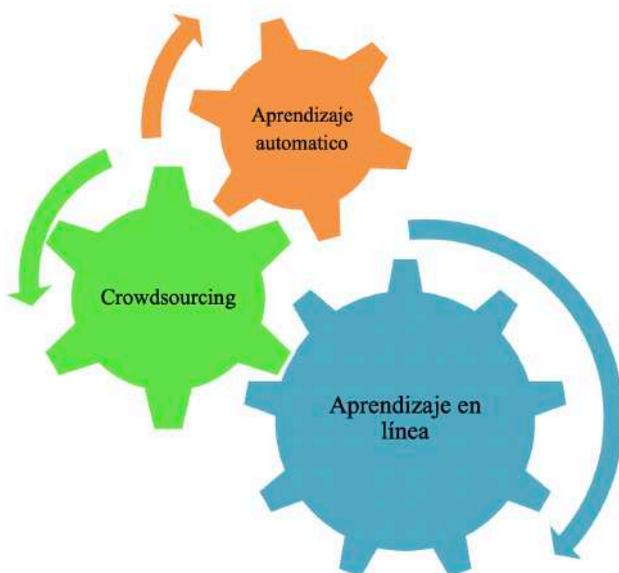
La integración de la IA en la educación superior ha promovido el acercamiento a las ciencias cognitivas tales como: neurociencia, educación, psicología, entre otras, donde el estudiante y el profesor a través de los procesos de enseñanza y aprendizaje implementan diversas herramientas de la IA generando una educación inclusiva, flexible y personalizada. De esta manera, la IA brinda diferentes herramientas en la educación superior tales como: software centrado en la educación personalizada, automatización de tareas académicas, entre otros, con el propósito de contribuir en las transformaciones educativas; particularmente, la Red Tecnológica (2015) citada por León y Viña (2017) muestra algunos elementos de la IA que han ayudado en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el contexto universitario:

1. Automatización de tareas administrativas docentes.
2. Software para brindar educación personalizada.
3. Detectar que temas necesitan más trabajo en clases.

4. Compañero y soporte de los estudiantes dentro y fuera del aula.
5. Información importante para avanzar en el curso.
6. Cambios en la búsqueda e interacción con la información.
7. Nuevo significado del rol y papel del docente.
8. Uso de datos de manera inteligente para enseñar y apoyar al estudiante (p. 415).

En este sentido, la IA promueve el uso de herramientas didácticas en el contexto universitario cuyo propósito es transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje en aras de que los estudiantes adquieran aprendizaje real y contextualizado. Por ejemplo, el aprendizaje automático y el *crowdsourcing* han originado el aprendizaje y la enseñanza en línea, permitiéndole al profesor universitario aumentar el número de estudiantes en sus aulas, visualizando de forma personal sus habilidades para ser integradas en los estilos de aprendizaje.

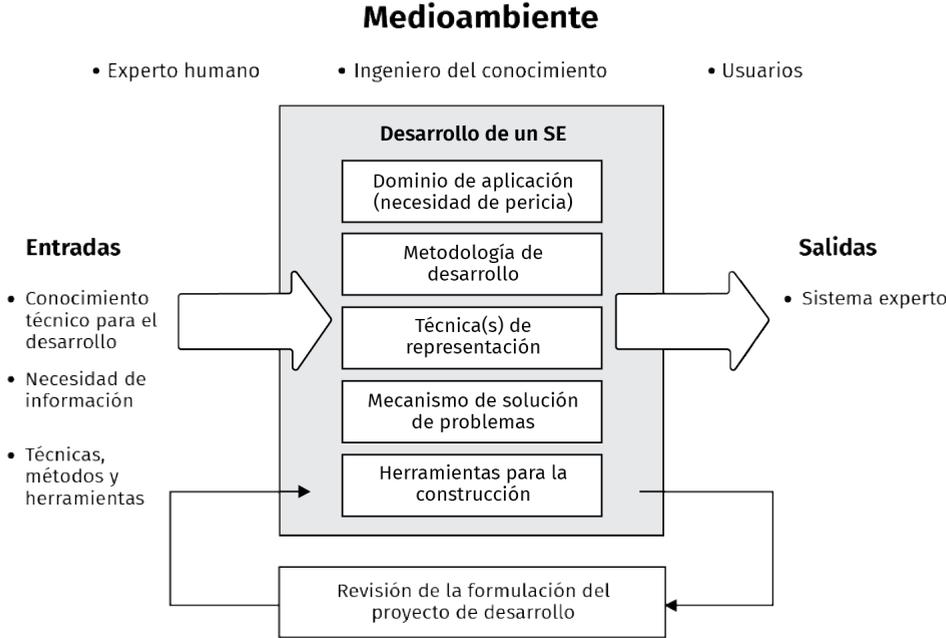
Figura 2. Tipos de aprendizaje basados en la IA.



Fuente: Elaboración propia (2021)

En esta misma dirección, Chicas, Contreras, Cortez y Gutiérrez (2004) realizan un estudio investigativo enfocado en el desarrollo de un sistema experto para el diagnóstico de enfermedades tropicales, el cual se implementó en la enseñanza de la informática con los estudiantes de Medicina. Los resultados muestran que el sistema diseñado tuvo impacto en la comunidad y por ende en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es importante resaltar que los sistemas inteligentes están fundamentados en la IA, por lo que el desarrollo del sistema no solo se enfocó en la implementación del mismo sino también en el diseño generando bases teóricas para futuras experiencias prácticas. Los autores de este estudio muestran a través del siguiente gráfico el enfoque de construcción que emplearon para diseñar el sistema experto:

Figura 3. Sistema experto.



Fuente: Chicas et al. (2004).

Por otro lado, Olariaga, Paéz y Carrizo (2013) realizaron un estudio en torno a la aplicación de ambientes de aprendizaje colaborativo para la

enseñanza de la IA en el contexto universitario, donde se busca evaluar la aplicación de una herramienta que permita abordar los contenidos de la IA desde los entornos de ambientes colaborativos mediante la indagación de modelos de ambientes colaborativos de aprendizaje. Los resultados muestran que la aplicación de ambientes de aprendizaje colaborativo para la enseñanza de la IA genera transformaciones y cambios sobre la forma de trabajo de los profesores y estudiantes en la práctica, por lo que la aplicación de una herramienta tecnológica de la IA promueve ventajas del trabajo grupal y colaborativo, potenciando el proceso cognitivo de aprendizaje tanto en forma individual como grupal.

Estudios sobre la inteligencia artificial en el campo de la Educación Superior

En esa sección se presentará de forma cuantitativa los estudios sobre la integración de la IA en el contexto universitario, teniendo como soporte la base de datos internacional Scopus®; por ende, se establecen los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos publicados en revistas científicas, indexadas actualmente en la base de Scopus®.
- El período de los estudios es desde al año 2019 al 2020.
- Acceso abierto para descargarlos .
- Artículos completos .
- El contexto de los artículos debe corresponder a la Educación Superior.
- El tipo de artículo debe ser: revisiones sistemáticas, estudios experimentales, estudios teóricos y estudios metodológicos.

De forma análoga, los criterios de exclusión fueron:

- Artículos incompletos.
- Artículos que no corresponden al contexto de la Educación Superior.
- Literatura gris.
- Artículos que estén fuera del periodo 2019 al 2020.

A continuación, se presentan los estudios sobre la implementación de la IA en la Educación Superior en los años 2015 a 2020 en torno a áreas tales como: ciencias de la computación, ciencias sociales, ingeniería, matemáticas y ciencias de la decisión, tal como se presenta en la tabla 2.

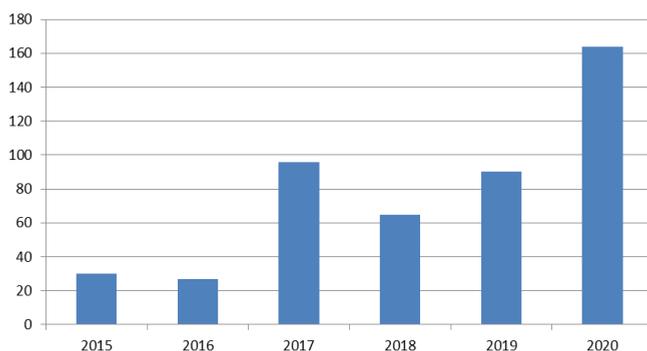
Tabla 2. Producción sobre IA en la Educación Superior en Scopus.

Año	Número de artículos
2015	30
2016	27
2017	96
2018	65
2019	90
2020	164
Total	472

Fuente: Elaboración propia (2021)

En la tabla 2 se puede observar que el número de estudios es de 472 y se ha incrementado de forma ascendente, precisamente porque la integración de la IA en el contexto universitario es reciente, por lo que su exploración aumenta constantemente, tal como se presenta en la figura 3:

Figura 4. Número de artículos en Scopus.



Fuente: Elaboración propia (2021).

A partir de la producción académica, particularmente artículos científicos en revistas especializadas encontrados en la base de datos Scopus se construyeron dos redes o grafos en el software *vosviewer* donde se muestran varias relaciones entre diferentes elementos, tales como: palabras claves, resúmenes, citas, autores, entre otros, en el contexto de la Educación Superior.

La red 1 se construye mediante dos características fundamentales: la información de la citación; y los resúmenes-palabras claves. Adicionalmente, se utilizó el formato RIS para diseñar el grafo o red 1, tal como se presenta a continuación:

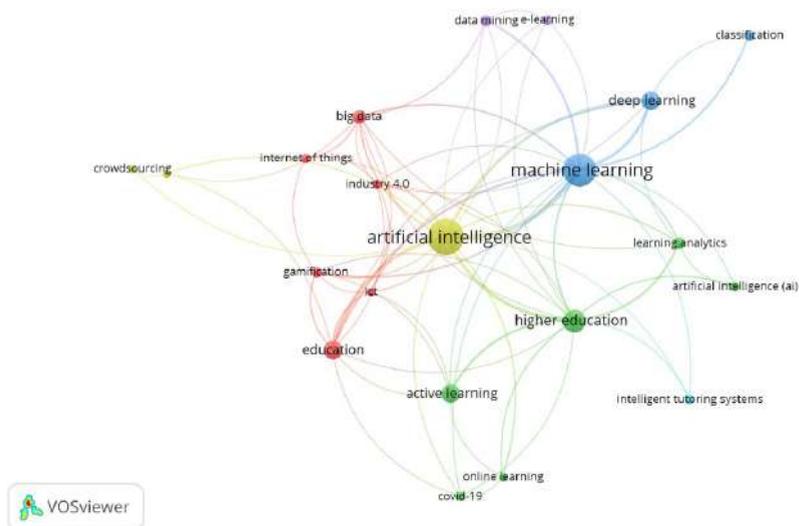
Figura 5. Formato RIS.

The image shows the export options in Mendeley Reference Manager. At the top, there are radio buttons for different export formats: Mendeley, Ex Libris, RIS Format (selected), CSV, BibTeX, and Plain Text. Below this, the question "What information do you want to export?" is followed by a grid of checkboxes. The "RIS Format" column has several items checked with orange squares: Citation information, Author(s), Author(s) ID, Document title, Year, EID, Source title, volume, issue, pages, Citation count, Source & document type, Publication Stage, DOI, and Open Access. Other columns include Bibliographical information, Abstract & keywords (with Abstract, Author keywords, and Index keywords checked), Funding details, and Other information (with Tradenames & manufacturers, Accession numbers & chemicals, Conference information, and Include references checked).

Fuente: Elaboración propia (2021)

Con base al formato y las características denotados de color zapote se diseña la red 1 tal como se presenta a continuación:

Figura 6. Red 1 en formato RIS.



Fuente: Elaboración propia (2021)

La red 1 está conformada por seis grupos denotados por diferentes colores y cada uno de ellos por un conjunto de palabras que se interrelaciona entre los mismos. De este modo, a continuación, se enuncia cada conjunto de palabras:

Grupo 1: análisis de datos, educación, gamificación, industria 4.0, Internet de las cosas, Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Grupo 2: aprendizaje activo, inteligencia artificial, Covid-19, aprendizaje analítico, aprendizaje en línea, educación superior.

Grupo 3: clasificación, aprendizaje profundo y aprendizaje automático.

Grupo 4: inteligencia artificial, diagnóstico y colaboración abierta distribuida.

Grupo 5: minado de datos y aprendizaje electrónico.

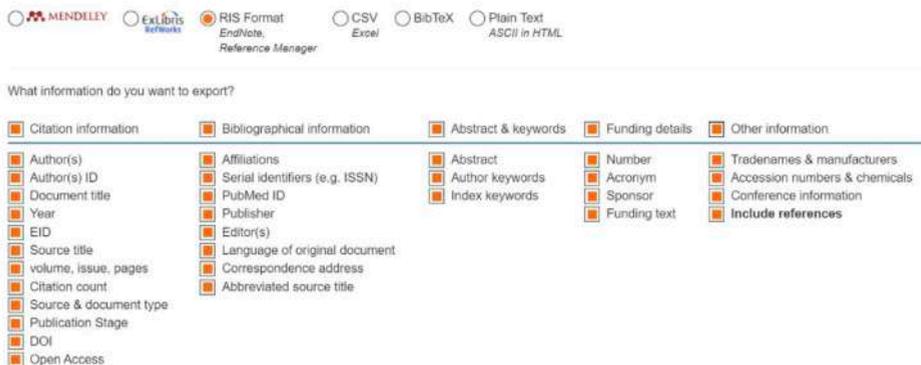
Grupo 6: sistema inteligente de tutoría.

Se puede observar que los seis grupos que conforman la red 1, se interrelacionan a través de las palabras claves donde la IA en la Educación Superior está ligada a diferentes herramientas didácticas tales como:

TIC, gamificación, internet, sistemas de inteligencia de tutoría, industria 4.0, entre otros. Es importante resaltar, que las herramientas didácticas implementadas en la Educación Superior a través de la IA generan distintos aprendizajes como, por ejemplo: aprendizaje activo, aprendizaje analítico, aprendizaje en línea, aprendizaje automático y aprendizaje electrónico.

Por otro lado, a continuación, se presenta la red 2, la cual tiene las siguientes características: información de la cita, información de la bibliografía, resumen y palabras claves, detalles de financiación y otra información. Para elaborar esta red 2 se implementó el formato RIS con las características enunciadas.

Figura 7. Red 1 en formato RIS.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Con base al formato y las características denotados de color zapote se diseña la red 2 tal como se presenta a continuación:

representada en la figura 6, precisamente porque las características que establecieron en la red 2 se ampliaron evidenciando un número más extenso de relaciones entre los conceptos (palabras claves).

En relación a las redes 1 y 2 representadas en las figuras 6 y 7 respectivamente, se puede establecer que los conceptos ligados a diferentes características como: palabras claves, resúmenes, bibliografía, etc., muestran diversas relaciones entre los mismos a través de la conformación de grupos de palabras. La implementación de la IA en el campo de la educación superior está inmersa en los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de distintas herramientas didácticas donde los autores principales son: el profesor, el estudiante y el conocimiento científico, con el propósito de fortalecer el proceso de apropiación de los contenidos curriculares.

Conclusiones

La IA ha trascendido el campo de la educación superior con rapidez a través de la implementación de diversas herramientas didácticas, ligadas a sistemas inteligentes que han generado múltiples aprendizajes enfocados en el estudiante y el fortalecimiento en torno a la apropiación de contenidos curriculares. Las herramientas didácticas que ofrece la IA en la educación superior se transforman constantemente, por lo que su aplicación a través de políticas gubernamentales, tener estrictos parámetros éticos y en casos particulares replantearlos a través de debates éticos que permitan la elaboración de normas y prácticas adecuadas, sin olvidar las relaciones interpersonales entre los sujetos y la creatividad emocional.

La utilización de las IA en el contexto universitario es importante siempre que se implemente bajo parámetros que faciliten el proceso de apropiación de los conocimientos académicos; es decir, la IA se debe utilizar con responsabilidad en aras de no vulnerar los valores éticos. Es importante resaltar que, la integración de la IA en la Educación Superior genera reflexiones en torno a las actividades académicas.

cas que se realizan durante su desarrollo, tanto por el profesor como por el estudiante, desde diversos tipos de aprendizaje, permitiendo visualizar el comportamiento de “algunos” conocimientos científicos en los contextos cotidianos.

Este estudio también muestra que las investigaciones académicas sobre la implementación de la IA en la Educación Superior se han incrementado entre el 2015 y el 2020, permitiendo generar diversas relaciones entre los campos de conocimiento y conceptos fundamentales en las teorías de la educación y la IA. Finalmente, la integración de la IA en el campo de la educación superior es un campo reciente; sin embargo, eso no limita su exploración ya que los avances en torno a sus herramientas se desarrollan de manera acelerada por lo que es un reto el diálogo que se realiza entre la IA y la educación.

Referencias bibliográficas

- Cano, M. (2017). *El prisma de la formación docente en Colombia. Teoría pedagógica y experiencias didácticas*. Editorial de la Universidad Santiago de Cali. ISBN: 9789588920702. Cali. Colombia.
- Chica, R., Contreras, H., Cortez, R., Gutiérrez, D. (2004). *Investigación aplicada al área de inteligencia artificial y desarrollo de un sistema experto*. El Salvador: Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería de Sistemas Informáticos. Universidad de El Salvador.
- González, H.; Ramírez, A.; y Salazar, P. (2018). *Las TIC en el mejoramiento de las competencias en lengua extranjera de los profesores de inglés*. Editorial de la Universidad Santiago de Cali. ISBN: 9789585522541. Cali. Colombia.
- Hardy, T. (2001). IA: Inteligencia Artificial. *POLIS, Revista Latinoamericana*, 1(2),0. [fecha de Consulta 10 de mayo de 2021]. ISSN: 0717-6554. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30500219>
- León, G. C. y Viña, S. M. La inteligencia artificial en la educación superior. Oportunidades y Amenazas. *INNOVA Res. J.* 2017, 2, 412–422.

- Moreno, R. D. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista de Investigación en Tecnología de la Información (RITI)*, 7 (14), 260-270. doi: <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022>
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A. y Garro-Aburto, L. L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 536-568. <https://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>
- Olariaga, S., Paez, N., Carrizo, B. (2013). *Un abordaje de la enseñanza de la materia Inteligencia Artificial desde los ambientes de aprendizaje colaborativos en la carrera de ISI UTN FRC*. XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Paraná – Entre Ríos. Recuperado en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27465>
- Palomino, A. (2017). Las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación de Colombia y Brasil - Problemas del campo curricular en América latina. (pp. 73-101). En: Díaz, M. (2017). *Problemas del campo curricular en América Latina. Una aproximación comparativa*. Editorial de la Universidad Santiago de Cali. ISBN: 9789588920788. Cali. Colombia.
- Ponce, J., Torres, A., Silva, A., Casalli, A. (2014). *Inteligencia artificial*. Proyecto LATIN. Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn). Recuperado: <https://library.co/document/yng90jjz-inteligencia-artificial.html>
- Rivera Estrada, J. E., & Sánchez Salazar, D. V. (2016). Inteligencia Artificial ¿Reemplazando al humano en la psicoterapia? *Escritos*, 24(53), 271 - 291. doi:<http://dx.doi.org/10.18566/escr.v24n53.a02>.
- Romero, J. J.; Dafonte, C.; Gomez, A. G.; Penousal, F. (2015). *Inteligencia Artificial y Computación Avanzada*. Santiago de Compostela, España: Fundación Alfredo Bañas: 2015.
- Villota, J.; Díaz, M.; y Gómez, M. (2019). *Tecnología, sociedad y educación: desafíos de las TIC en el desarrollo social y sus implicaciones en la práctica educativa*. Editorial de la Universidad Santiago de Cali. ISBN: 978-958-5522-91-6. Cali. Colombia.
- Villota, J.; y González, H. (2020). *Tecnología, sociedad y educación: perspectivas interdisciplinarias en torno a las TIC desde el campo social y*

educativo. Editorial de la Universidad Santiago de Cali. ISBN: 978-958-5147-36-2. Cali. Colombia.

IMPACTO DE LAS PLATAFORMAS VIRTUALES SOBRE EL PROCESO DE ENSEÑANZA DEL VOLEIBOL DURANTE LA PANDEMIA POR COVID-19

Impact of virtual platforms on the volleyball teaching process during the Covid-19 pandemic

Heriberto González Valencia

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0001-9103-2152>

✉ hery77@hotmail.com

Raúl Javier Jordán Amaya

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0001-9965-4802>

✉ raul.jordan@endeporte.edu.co

Germán Darío Isaza Gómez

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0001-8475-9994>

✉ german.isaza@endeporte.edu.co

Daniela Varela Franco

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0003-1907-1661>

✉ daniela1.varela@endeporte.edu.co

Angelica María Moreno Salcedo

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia

© <https://orcid.org/0000-0003-3755-0295>

✉ angelical.moreno@endeporte.edu.co

Resumen. Los procesos de enseñanza y entrenamiento deportivo evidenciaron cambios obligados en el marco de la pandemia por el Covid-19, y por todo esto la Liga Vallecaucana de Voleibol se vio afectada en sus procesos de formación y desarrollo del alto rendimiento.

Cita este capítulo

González Valencia, H.; Isaza Gómez, G. D.; Moreno Salcedo, A. M.; Jordán Amaya, R. J. & Varela Franco, D. (2022). Impacto de las plataformas virtuales sobre el proceso de enseñanza del voleibol durante la pandemia por Covid-19. En: Villota Enríquez, J. A.; González Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. científicos). *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*. (pp. 41-77). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

La selección, el manejo y las destrezas en cuanto a la integración de las plataformas virtuales como herramientas de comunicación con sus deportistas se hicieron indispensables. El objetivo de esta investigación se planteó en determinar el impacto del uso de las plataformas virtuales sobre el proceso de enseñanza del voleibol en la Liga Vallecaucana de Voleibol durante el tiempo de pandemia por Covid-19, a través de la descripción de las características de los entrenadores de la liga, la identificación de las fuentes de información primaria sobre la enseñanza bajo la modalidad virtual, y la caracterización las condiciones que tuvieron las plataformas y metodologías de enseñanza utilizadas por los entrenadores. Se utilizó un enfoque cuantitativo, con encuestas y entrevistas como herramientas de recolección de datos. Las conclusiones de la investigación arrojan datos determinantes que permiten asegurar que el uso de las plataformas fue beneficioso en los procesos, pero que también se debe trabajar en la creación de una nueva plataforma virtual mucho más enfocada en el deporte, la cual cumpla con todas las expectativas y condiciones para la integración de los participantes y la creación de espacios innovadores.

Palabras clave: plataformas virtuales, enseñanza-aprendizaje, voleibol, entrenadores, Covid-19.

Abstract. The sports teaching and training processes evidenced forced changes in the framework of the COVID-19 pandemic, and for all this the Vallecaucana Volleyball League was affected in its training and development processes of high performance. The selection, management, and skills regarding the integration of virtual platforms as a communication tool with their athletes became essential. The objective of this research was to determine the impact of the use of virtual platforms on the volleyball teaching process in the Vallecaucana Volleyball League during the time of the COVID-19 pandemic, through the description of the characteristics of the league coaches, the identification of the primary information sources on teaching under the virtual modality, and the characterization of the conditions of the teaching platforms and methodologies used by the

coaches. A quantitative approach was used, with surveys and interviews as data collection tools. The conclusions of the research yield decisive data that allow to ensure that the use of the platforms was beneficial in the processes, but that work should also be done on the creation of a new virtual platform much more focused on sport, which complies with all the expectations and conditions for the integration of participants and the creation of innovative spaces.

Keywords: virtual platform, teaching-learning, volleyball, coaches, Covid-19.

Introducción

Coubertain (1992) expresó que “el deporte es iniciativa, perseverancia, intensidad, búsqueda del perfeccionamiento, menosprecio del peligro”; con esta visión se abre el camino a la investigación de lo que ha sido el deporte en tiempos de pandemia por el Covid-19 a nivel local, en las diferentes categorías de la Liga Vallecaucana de Voleibol (LVV), la cual es considerada como la liga –a nivel Colombia– más galardonada en todas sus categorías y las diferentes ramas (masculina y femenina).

El voleibol es un deporte de equipo altamente técnico que requiere de mucha disciplina y entrenamiento; sin embargo, en el año 2020 debido a la situación que vivió el mundo por la pandemia obligó a que toda la enseñanza en Colombia se desarrollara a través de plataformas virtuales, incluso para las actividades deportivas.

Hay planteamientos que evidencian cómo deben o se pretende que sean los procesos de enseñanza por parte de los docentes, para crear estrategias que faciliten el aprendizaje de cada estudiante, donde se considera un conjunto de actividades agradables, divertidas y con reglas que permitan el fortalecimiento de valores propios e interpersonales; es importante que el docente conozca las necesidades y características de sus estudiantes y así recrear espacios adecuados para

cada uno de forma grupal. Por otro lado, también hay factores que influyen en la preparación técnico-táctica de los deportes de equipo que determinan el desempeño de los deportistas individualmente y como equipo, que a su vez también se ven afectados por el hecho de que las prácticas son virtuales.

Es evidente que los entrenadores durante la pandemia se vieron en la tarea de modificar sus métodos de enseñanza que eran aplicados de forma presencial y prácticos, a ser solamente virtuales, por lo cual se genera una gran duda sobre cuál es el impacto que causó pasar de las prácticas presenciales a la virtualidad, ya que el trabajo se planificará de forma grupal, pero se aplicará de forma individual puesto que los deportistas estarán desde sus casas sin la posibilidad de interactuar entre ellos físicamente.

Es importante reconocer que la virtualidad no es un medio fácil de manejar ni es accesible para todos; cuando se trabaja con niños los padres deben estar presentes o enterados de lo que se está realizando, pero en muchas ocasiones no tienen la disponibilidad para hacer el debido acompañamiento, así como no todos tienen el internet adecuado para estas prácticas donde se deben descargar plataformas, realizar las prácticas en tiempo real cosa que se dificulta más cuando no se cuenta con la implementación adecuada para una práctica de voleibol en casa. Para nadie es un secreto que entrenar en casa no es lo más entretenido, cada entrenador debe modificar sus estrategias de enseñanza para motivar a cada deportista a seguir con sus entrenamientos desde casa con la esperanza de que en algún momento volverá a jugar con todo su equipo.

Es por todo esto, que esta investigación se planteó demostrar con resultados fiables cual ha sido el impacto que ha causado la pandemia por Covid-19 en el campo deportivo; se formuló la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el impacto de las plataformas virtuales sobre el proceso de enseñanza del voleibol en la Liga Vallecaucana de Voleibol durante la pandemia causada por Covid-19?

Marco teórico

Plataformas de enseñanza virtual

Las herramientas tecnológicas se erigen como la mediación educativa fundamental para fomentar la actividad física en tiempos de pandemia (Isaza Gómez et al., 2020). Se ha definido que las plataformas virtuales de aprendizaje posibilitan un aprendizaje interactivo, flexible y accesible, siendo estrategias que promueven el aprendizaje autónomo de los estudiantes, facilitan el acceso a información y a contenidos didácticos y permiten tener encuentros sincrónicos y asincrónicos desde cualquier lugar. La educación es uno de los campos más permeados por el fenómeno de la tecnología (González, 2015). Para Cabero (2006) la enseñanza a distancia es abierta, flexible e interactiva y está basada en el uso de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación, y de las comunicaciones, y sobre todo aprovecha los medios que ofrece internet. La integración de diferentes formas y herramientas en los procesos de enseñanza permite avanzar hacia caminos de mejoramiento, y promueve mejores prácticas docentes (González, Ramírez y Salazar, 2018).

Sánchez (2009) dice que el término de plataforma engloba un amplio rango de aplicaciones informáticas instaladas en un servidor cuya función es la de facilitar al profesorado la creación, administración, gestión y distribución de cursos a través de internet. García (2020) cita a Abensur (2002) y manifiesta que una plataforma educativa virtual es un programa que engloba diferentes tipos de herramientas destinadas a fines docentes. Su principal función es facilitar la creación de entornos virtuales para impartir todo tipo de formaciones a través de internet sin necesidad de tener conocimientos de programación (p. 15).

Así mismo Beltrán y Perdomo (2014) afirman que el e-learning promueve en la educación el compromiso con la sociedad de evolucionar; de allí, que el correcto uso de las TIC se involucre en el proceso de construcción del conocimiento, permitiendo la inserción de las

áreas de interacción con la posibilidad de proporcionar soluciones a situaciones reales y la diversificación de la oferta educativa. Se espera que cada entidad educativa capacite a sus profesores y/o entrenadores sobre el uso de las nuevas tecnologías y los mantenga al tanto de las evoluciones que conlleva cada nuevo día; la pandemia causada por el Covid-19 tomó por sorpresa a toda la humanidad, afectando negativamente el campo deportivo por la falta de conocimiento acerca del uso de las plataformas de enseñanza virtual. Para unos fue más fácil y beneficioso todo el tema de la virtualidad, pero entre quienes estaban acostumbrados a la presencialidad y no estaban actualizados sobre los nuevos avances que trae la tecnología hubo deserción de deportistas, por no innovar en sus clases bajo la modalidad virtual.

García (2020) menciona unas herramientas que debe tener una plataforma educativa para cumplir su función y unas plataformas virtuales educativas gratuitas:

- **LMS (Learning Management System):** un sistema de gestión de aprendizaje es el lugar en el que se encuentran y contactan todos los usuarios de la plataforma: alumnos, profesores, personal administrativo. Permite al docente organizar de mejor manera sus clases aprovechando las características dinámicas de la web.
- **LCMS (Learning Content Management System):** Un sistema de gestión de contenidos de aprendizaje; es la herramienta que permite la gestión y publicación de los contenidos utilizados en el curso.
- **Herramientas de comunicación:** Favorecen la participación de los estudiantes creando espacios dedicados al trabajo en común y al intercambio de información. Normalmente se hace a través de chats, foros, correos electrónicos, etc.
- **Herramientas de comunicación:** Son las más utilizadas dentro de las plataformas educativas.
- **Envío de archivos:** Permite enviar archivos al tutor para su corrección.

- **Avisos:** Mensajes enviados por el tutor a todos los alumnos a lo largo del curso.
- **Foro:** Permite que se compartan e intercambien ideas.
- **Chat:** Permite la comunicación en tiempo real entre los alumnos y/o el tutor.
- **Tutorías on-line:** El tutor puede convocar tutorías para que los alumnos resuelvan sus dudas.

Plataformas virtuales educativas gratuitas

- **Schoology:** es una plataforma gratuita que permite establecer un contacto organizado con un grupo de personas que compartan intereses. Básicamente, contiene herramientas que pueden servir para estar en línea con un colectivo y programar actividades, compartir ideas, material educativo o administrar ya sea un curso completamente virtual o servir como complemento de un curso presencial.
- **Edmodo:** es una plataforma social que facilita la comunicación e interacción virtual como complemento de la presencial, aunque también se puede usar como una plataforma de educación en línea. Permite organizar estudiantes, asignar tareas, calificaciones y mantener una comunicación que involucre a profesores, estudiantes y padres de familia.
- **RCampus:** es otra opción gratuita para estudiantes y profesores. Los miembros pueden utilizar RCampus para la gestión de cursos, tareas y calificaciones. Su valor agregado es que integra un sofisticado sistema de objetivos y calificaciones, con algunos predeterminados, pero con la opción de crear los propios.
- **Moodle:** es el aula virtual por excelencia y es utilizada en múltiples ámbitos. Más que una plataforma, se trata de un software para la creación de cursos y ambientes de aprendizaje personalizados. Se encuentra disponible en varios idiomas y, además de ser gratuito, es famosa por su flexibilidad.

- **NEO LMS:** es una plataforma disponible en diversos idiomas que facilita al usuario crear actividades, administrar clases on-line, evaluar estudiantes y darle seguimiento al progreso de los alumnos.
- **Claroline:** es una plataforma de aprendizaje y *groupware* de código abierto. Permite a las instituciones crear y administrar cursos y espacios de colaboración en línea. Los profesores pueden publicar documentos en, prácticamente, cualquier formato, así como crear grupos, foros, tareas y calendarios.
- **Tiching:** es una red educativa con decenas de miles de recursos educativos disponibles para profesores clasificados por nivel escolar y asignatura. Los profesores pueden organizarlos por carpetas, crear secuencias y asignarlos. La plataforma también permite a los estudiantes realizar las actividades a su propio ritmo y con el acompañamiento de sus padres.
- **SocialGO:** los integrantes de la red pueden publicar fotos, videos e información y comunicarse a través de chats o mensajes públicos. Incluye perfiles, mensajes, grupos, calendarios, foros, blogs, disco duro virtual e integración con otras redes sociales para fines de identificación.
- **mCourser:** permite tanto la creación de contenidos como la posibilidad de tomar contenidos de otros. La plataforma es accesible desde cualquier dispositivo y fue creada con el fin de facilitar la colaboración entre los profesores y sus estudiantes en el proceso de aprendizaje interactivo, ofreciéndoles un espacio de interacción en cada etapa de la educación.
- **Teachstars:** ofrece la posibilidad de crear cursos en línea e inscribir alumnos para que puedan acceder al contenido y a tareas. Cuenta con un sistema de calificaciones, así como un administrador de contenido para publicar material interactivo. Su conectividad con el móvil es otro de sus puntos fuertes, así como lo es su capacidad de calendarizar actividades y aplicar exámenes.
- **Google classroom:** su misión es la de permitir gestionar un aula de forma colaborativa a través de internet, siendo una platafor-

ma para la gestión del aprendizaje o *learning management system*. Permite gestionar las clases online, y puede utilizarse tanto para el aprendizaje presencial, como también para el aprendizaje a distancia, o incluso para el aprendizaje mixto. Se pueden crear documentos, compartir información en diferentes formatos, agendar reuniones y realizarlas virtualmente. Los alumnos también pueden acceder desde cualquier dispositivo a sus clases, sus apuntes o sus tareas asignadas.

Por otro lado, se pueden mencionar plataformas de videoconferencia tales como Zoom, Google meet, Skype, Microsoft teams y Zoho meeting.

Estrategias pedagógicas

Los procesos de enseñanza requieren de alternativas pedagógicas que optimicen el aprendizaje de los estudiantes; implementar estrategias que faciliten los procesos cognitivos es vital para el desarrollo de los estudiantes, ya que aportan una forma diferente de adquirir el aprendizaje. Mora, Sandoval y Acosta (2013) afirmaron que las estrategias pedagógicas son todas las acciones realizadas por el docente, con el fin de facilitar la formación y el aprendizaje de los estudiantes. Las prácticas pedagógicas son aquellas estrategias, instrumentos y acciones que el docente realiza en el aula para guiar el proceso de enseñanza aprendizaje, con la pretensión de desarrollar en el educando diversas competencias, específicamente las competencias ciudadanas (cognitivas, comunicativas, emocionales e integradoras) (Zambrano, Rivera, Fernández y González, 2014, citados por Zambrano, 2018).

En el caso del voleibol, aplicar estrategias pedagógicas brinda conocimientos y experiencias para los deportistas, desarrolla la reflexión crítica positiva, mejorando a su vez las actitudes y aptitudes que en su conjunto permiten la toma de decisiones dentro del campo de juego e incentivan a los deportistas a seguir haciendo parte del proceso. Pérez y Salamanca (2013) afirman que las estrategias pedagógicas son

un mecanismo o ayuda por el cual logramos un objetivo. Estos autores también argumentan que las estrategias en educación deben estar orientadas a un proceso pedagógico que centre su atención en un pensamiento que brinde oportunidades de interpretar conocimientos y comprender conceptos (Pérez y Salamanca, 2013).

La pandemia causada por el Covid-19 obligó a los entrenadores a transformar las estrategias de enseñanza que tenían antes de la pandemia, y aplicarlas bajo una modalidad virtual; aun así, durante todo el proceso, es necesario estar innovando constantemente y aplicar estrategias pedagógicas para facilitar el aprendizaje por medio de la virtualidad. Sin embargo, todo dependerá de cada entrenador, de cómo cada uno tome la problemática y la transforme para su beneficio y el de los deportistas. Montanares y Junod (2018) mencionan a Gajardo y De Andraca (1992) argumentando que la calidad de la enseñanza se relaciona, entre otras variables, con las características personales y profesionales del docente y con el modo en que enfrenta y conduce el proceso pedagógico.

Enseñanza del voleibol

En la enseñanza del voleibol, tenemos en cuenta que es un deporte de conjunto, que se juega entre dos equipos de seis jugadores por equipo y en un terreno plano con medidas estrictas (18 m x 9 m), donde la intención es ganar un partido obteniendo la mayor cantidad de puntos (25 puntos). Para esto, en la enseñanza del voleibol se implementan, desde edades tempranas o su iniciación, los fundamentos o golpes básicos del juego, para lograr ejecutar la técnica de manera óptima, sin infringir el reglamento, lo que se convierte en la manera más adecuada para lograr una victoria de la disputa de un juego. Mamani Ramos et al. (2018) explican que uno de los aspectos que contribuye a la obtención de resultados positivos en los juegos y en el propio proceso de formación deportiva es el desarrollo técnico-táctico adecuado de las acciones de juego.

El voleibol es un deporte en el que los aspectos técnicos prevalecen, ya que el aspecto decisivo de la técnica es su aplicación, con circunstancias cambiantes dentro del terreno de juego en periodos muy cortos. Es por eso por lo que Mamani Ramos et al. (2018) señalan que el proceso de enseñanza-aprendizaje del voleibol y demás deportes colectivos, debe realizarse a partir del método global, considerando que el juego se aprende a partir de actividades globales en forma de juego, siendo esto el principio de transferencia de información. Lo fundamental de la estrategia de enseñanza global es que el jugador logre dominar la técnica de manera racional y que sepa y comprenda cada uno de los movimientos corporales que intervienen en la acción (pp. 576-577).

Por otra parte, García (2011) menciona que cuando hablamos de enseñanza de la técnica de forma intencional, nos referimos a que debe estar enfocada a incidir en aquellos aspectos de la motricidad básica que sustentan las habilidades específicas; en el caso del voleibol, se consideran de capital importancia todos aquellos aspectos motrices previos a la ejecución de los elementos técnicos fundamentales. Silva (2020) afirma que el voleibol es un deporte de gran técnica y cada jugador debe jugarlo de manera estructurada, se debe dar al deportista una explicación precisa del trabajo que se desea realizar, y demostrar a la persona que lo practica el movimiento correcto que se requiere para su ejecución; cuanta más práctica haya al realizarlo, mayor será su efectividad en el momento de aplicarlo.

La elaboración de propuestas que guíen la enseñanza del voleibol mediante medios que orienten a la motivación, recreación y competición de este, es de importancia dentro de los procesos de enseñanza, ya que propicia e incentiva a los deportistas a hacer parte de práctica deportiva. Narvaiza (2019) menciona a Zilberteín y Silvestre (2012) donde explican que:

Los procedimientos didácticos son complemento de los métodos de enseñanza, constituyen “herramientas” que le permiten al docente orientar y dirigir la actividad del alumno en colectividad, de modo

tal que la influencia de los “otros”, propicie el desarrollo individual, estimulando el pensamiento lógico, el pensamiento teórico y la independencia cognoscitiva, motivándolo a “pensar” en un “clima favorable de aprendizaje”. Es imprescindible unificar los esfuerzos de los educadores en torno al uso y creación de aquellos métodos y procedimientos más generales, más productivos, que complementen los diferentes métodos y que de forma coherente integren la acción de las diversas asignaturas que influyen sobre el alumno, en pro de lograr su mayor participación colectiva y consciente, el desarrollo de su pensamiento, de su imaginación, la formación de valores y de su creatividad (pp. 8-9).

Estrategias para la enseñanza del voleibol

Lo primero que se debe explicar al deportista son las reglas principales de este deporte, darle a conocer que es un deporte altamente técnico y completamente colectivo. Enseñarle a jugar en sistema universal y con el paso del tiempo, dependiendo de sus capacidades, asignarles una función dentro de la cancha.

1. Fundamentos técnicos: estrategia – ejercicios:

- Ejercicios analíticos primarios: Aspectos que maneja el voleibol fuera de la cancha.
- Mejorar la habilidad técnica desde aspectos críticos, importantes y complementarios.
- Ejercicios analíticos secundarios: Combinar una, dos, tres habilidades técnicas (pases, dedos, brazos, etc.), pared, grupos, filas.
- Ejercicios sintéticos: (unidad motora del voleibol) tiene que ver con el contexto de la cancha. Ubicación de los jugadores, uno contra uno, dos contra dos, etc., (1-1, 2-2, 3-3, 4-4,) en mini vóley, con el fin que el estudiante como poner en práctica este tema cuando trabaje con niños.

2. Fundamentos tácticos: Sistemas de juego:

- En tres contra tres (3-3) colocadores y rematadores: alternados para ampliar concepto de permuta (cambiar el colocador de un lado al otro), se inducen a la necesidad de defensa y ataque.
- Recepción de balón: ubicación del cuerpo 4-2 simple y el porqué de cada posición. Forma y manejo de W, V, M.
- Luego se explica la U y la línea como proceso y como avance (aumentando el grado de confusión) ataque coberturas y relación.

La táctica se divide en individual y colectiva. Generalmente se piensa que la táctica colectiva o “del equipo” es la principal, pero la táctica individual sumada permite que la colectiva sea efectiva en marcadores y adecuado trabajo de equipo (González, 2013).

La táctica individual en voleibol es la forma de pensar del jugador y en consecuencia moverse en el terreno, de acuerdo con las reglas específicas del deporte, al sistema y forma de juego del contrario y de su equipo, las condiciones externas que influyen sobre él en el juego. Todo esto se cumple cuando se considera que no se trata solamente de cómo él piensa, sino cómo coordina estas ideas con sus compañeros de equipo (táctica colectiva) (González, 2013).

- El pasador: Su táctica individual radica en primera línea y como es fundamental en tratar de burlar el bloqueo, es el que dirige el juego dentro de la cancha.
- Atacante auxiliar: En la táctica individual del remate la importancia radica que mediante ella el jugador puede anotar un punto directo sobre el contrario y procurar de la misma forma el cambio del servicio. También es encargado del ataque por la zona 4; debido a esto, debe ser un deportista con mucha agilidad y buena lectura del juego.
- Central: Este es un elemento técnico en el cual, su táctica, ya sea individual o colectiva, va a ser decisiva para el resultado final de la acción. La táctica individual está dirigida principalmente a de-

sarrollar de manera efectiva el juego. Se encarga específicamente de bloquear en zona delantera.

- **Opuesto:** Atacante de potencia, juega específicamente en las zonas 1 y 2.
- **Líbero:** Experto en defensa de campo, juega en zona zaguera y cambia constantemente durante el partido con el central cuando pasa a zona delantera.

La táctica colectiva es el concepto de sistema; desempeña una importante función en nuestros días, en la filosofía, la ciencia, la técnica y en las actividades prácticas. Se entiende por sistema el conjunto de elementos que tiene relaciones y conexiones entre sí, y que forma una determinada integridad (Ivoilov, 1986). De acuerdo con lo planteado anteriormente, el sistema de juego respectivo para un equipo determinado contiene la distribución más exacta posible de las funciones, las posiciones y los espacios a cubrir, tanto para los primeros seis jugadores, como para los suplentes en todas las formaciones y fases de la defensa y el ataque. Eso también incluye los medios y procedimientos a emplear.

- **K1:** El Complejo 1 o K1 se define como la suma de acciones que realiza uno de los equipos con el objetivo inicial de neutralizar el saque del equipo contrario y ganar la “posesión” del balón para construir el ataque en las mejores condiciones posibles para conseguir el punto (Hernández, C. 2014). Se describe como recepción, pase y ataque. Es un sistema muy práctico empleado en el deporte donde los jugadores en la cancha tienen que hacer un sistema o formación de acuerdo con lo que el entrenador indique. Es cuando estamos recibiendo el saque del contrario, también llamado salida de recepción. El 70% de los ataques del equipo en K-1 son exitosos, y, por tanto, es más fácil lograr el punto (Jeef, 1993).
- **K2:** El Complejo 2 o K2 se define como la suma de acciones que realiza el equipo que se encuentra en posesión de saque con el objetivo inicial de neutralizar el ataque del equipo contrario y ganar la “posesión” del balón para construir el contraataque en las mejores

condiciones posibles para conseguir el punto; incluye los elementos de bloqueo, defensa, pase y contraataque (Hernández, C. 2014). Esta defensa empieza en la red, en la primera línea. Solamente se dispone de tres bloqueadores, mientras que el oponente puede atacar con un número mayor al utilizar los zagueros (Jeef, 1993).

Estrategias:

- El descubrimiento guiado: Tiene lugar durante una exploración motivada por la curiosidad (Méndez, 2003). Por lo tanto, para este proyecto la labor de quien dirige la sesión no será solo limitarse a explicar contenidos, sino que proporcionará el material adecuado a los estudiantes quienes, a partir de la observación, comparación, ejecución, y la recepción de servicio, podrán relacionarlas y ponerlas en práctica en una acción real de juego.
- La asignación de tareas: En estas sesiones, el estudiante asumirá parte de las decisiones de la clase, referentes a la posición, organización, ubicación y al ritmo de ejecución
- Enseñanza recíproca: En estas sesiones, se realizan los movimientos propios de los sistemas de juego, ejercicios bajo ciertas directrices del docente, quien traslada a los estudiantes algunas decisiones (cadencia de ejecución de los ejercicios, ubicación en el terreno, evaluación). Los estudiantes serán más activos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se les otorgarán responsabilidades como decidir en qué dirección se hacen las rotaciones, evaluar el trabajo de los otros grupos, proporcionar ideas y solucionar situaciones de juego.

Marco metodológico

Enfoque y tipo de estudio

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se recolectó y analizó información sobre los diferentes aspectos relacionados con el proceso de enseñanza que tuvieron los entrenadores de la Liga Valle-

caucana de Voleibol durante las prácticas virtuales a causa de la pandemia por causada por el Covid-19. Hernández, Fernández y Baptista (2014) afirmaron que el enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías (p.4). Del enfoque cuantitativo se tomaron las técnicas de entrevista y encuesta para analizar y medir el impacto que tuvo el uso de plataformas virtuales en los entrenadores de la Liga Vallecaucana de Voleibol para la enseñanza de este deporte.

Se determinó que el estudio es descriptivo, pues se pretendió analizar cómo es y cómo ha sido el proceso en de enseñanza mediante las prácticas virtuales para los entrenadores de la Liga Vallecaucana de Voleibol. Cauas (2015) afirmó que el estudio descriptivo se dirige fundamentalmente a la descripción de fenómenos sociales o educativos en una circunstancia temporal y especial determinada. Este tipo de estudios busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, de forma tal que describa lo que se investiga (p. 6).

La población de estudio está conformada por los entrenadores de la Liga Vallecaucana de Voleibol; en los criterios de inclusión, se encuentra que la muestra objeto del proyecto son los entrenadores pertenecientes a la Liga Vallecaucana de Voleibol y deben haber pasado por el proceso de enseñanza de forma virtual durante el tiempo de cuarentena causado por el Covid-19; de igual manera, estar a cargo de los diferentes grupos de formación de la Liga Vallecaucana de Voleibol.

Las técnicas para la recolección de la información fueron la encuesta y la entrevista no estructurada. López y Fachelli (2016) afirman que la encuesta se considera en primera instancia como una técnica de recogida de datos a través de la interrogación de los sujetos cuya finali-

dad es la de obtener de manera sistemática medidas sobre los conceptos que se derivan de una problemática de investigación previamente construida. Así mismo López y Fachelli (2016) también argumentan que la encuesta se ha convertido en algo más que un solo instrumento técnico de recogida de datos para convertirse en todo un procedimiento o un método de investigación social cuya aplicación significa el seguimiento de un proceso de investigación en toda su extensión, destinado a la recolección de los datos de la investigación.

Por otro lado, Folgueiras (2016) manifiesta que la entrevista es una técnica de recolección de información que además de ser una de las estrategias utilizadas en procesos de investigación, tiene ya un valor en sí misma. De igual forma Folgueiras (2016) afirma que la entrevista no estructurada es aquella que se realiza sin un guion previo y sigue un modelo de conversación entre iguales; así, dependiendo hacia donde vaya la entrevista, la persona entrevistadora deberá hacer uso de los diferentes temas trabajados.

Instrumentos para la recolección de la información

El primer instrumento fue un cuestionario de trece preguntas abiertas y cerradas, creado mediante la opción de Google-forms, el cual permitió realizar un análisis estadístico según las respuestas de los entrenadores.

El segundo instrumento fue una entrevista no estructurada de tres preguntas, la cual se usó como soporte de la encuesta, donde cada entrenador narra su experiencia personal y profesional sobre las prácticas virtuales; se realizó mediante la plataforma virtual de Google-meet.

Mediante el cuestionario se obtuvieron resultados de orden cuantitativo que definirán las variables de la información. El proceso de análisis se hizo por Google-forms, los resultados fueron precisos y concisos frente a cada respuesta otorgada en el cuestionario. De igual

manera, en la entrevista (virtual) se obtuvo un análisis mediante observaciones y síntesis de sus respuestas.

Resultados

Los siguientes resultados responden al primer y tercer objetivo, los cuales consistían en describir las características de los entrenadores de la Liga Vallecaucana de Voleibol y caracterizar las condiciones que tuvo el uso de las plataformas y metodologías de enseñanza utilizadas por los entrenadores de esta. Es importante destacar que el cuestionario realizado por medio de Google forms, fue fuente de recolección de información primaria y se respaldó con una entrevista no estructurada a los entrenadores participantes.

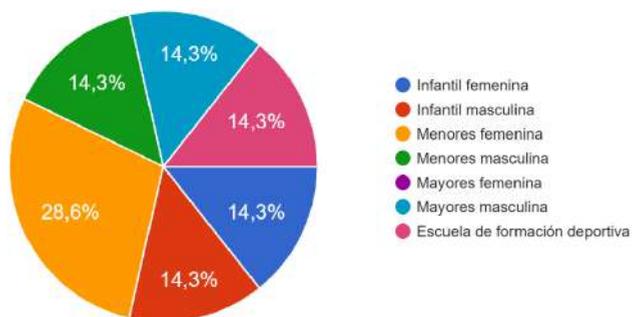
Los entrenadores de la Liga Vallecaucana de Voleibol cuentan con una ubicación sociodemográfica no situada en la ciudad de Cali, Colombia, ya que algunos de ellos se encuentran fuera del casco urbano de Cali, y otros son extranjeros. Se pudo observar que en un porcentaje alto están en Cali, un porcentaje medio fuera de Cali y un porcentaje bajo fuera del país, más exactamente en Cuba (datos obtenidos por medio de las entrevistas). Esto hace que no todos cuenten con la misma capacidad de conexión a internet y la disponibilidad de esta para la enseñanza de voleibol.

Los entrenadores de la Liga Vallecaucana de Voleibol cuentan con al menos un teléfono móvil con acceso a internet por plan de datos y/o wifi para la enseñanza del voleibol a sus deportistas. Aunque un porcentaje bajo cuenta con más recursos tecnológicos para la práctica, tales como video beam, tableta, programas de video instructivos (pizarra táctica voleibol, Estats Volley, VIS) que permiten una mejor enseñanza de la práctica deportiva en cumplimiento de objetivos.

A continuación, se presentan las siguientes gráficas con el fin de dar respuesta a la caracterización de las condiciones que tuvo el uso de las

plataformas y metodologías de enseñanza utilizadas por los entrenadores de la Liga Vallecaucana de Voleibol.

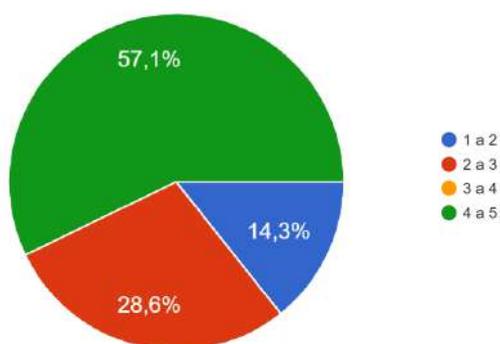
Gráfica 1. Categorías de enseñanza de la Liga Vallecaucana de Voleibol.



Fuente: Tomado del cuestionario realizado en google forms.

De los entrenadores que hacen parte de la Liga Vallecaucana de Voleibol, dos se encargan de la categoría menores femenina, los cinco restantes, cada uno se encarga de las categorías menores masculina, infantil femenina, escuela de formación deportiva, mayores masculina e infantil masculina.

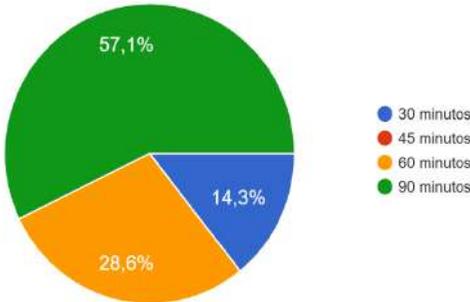
Gráfica 2. Pregunta 1 ¿Cuántas veces a la semana realiza practicas virtuales?



Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en google forms.

La gráfica 2 responde a la frecuencia en que los entrenadores realizan prácticas virtuales semanalmente. Correspondiendo de 4 a 5 veces por semana siendo, para 4 entrenadores, de 2 a 4 veces por semana para 2 entrenadores y de 1 a 2 veces por semana para un entrenador.

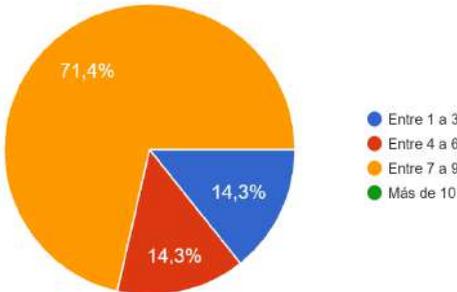
Gráfica 3. Pregunta 2 ¿Cuánto tiempo duran las clases virtuales?



Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en google forms.

La gráfica 3 responde a la duración de la práctica virtual por día. Los resultados arrojaron que, del total de entrenadores, 4 de ellos, realizan práctica virtual con una duración de 90 minutos, dos entrenadores realizan práctica virtual con una duración de 60 minutos y un entrenador realiza 30 minutos de práctica virtual.

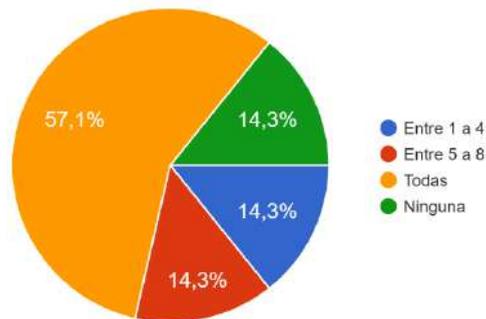
Gráfica 4. Pregunta 3 ¿Cuántos deportistas se conectan en la práctica virtual?



Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en google forms.

La gráfica 4 responde a la cantidad de deportistas que se conectan a la práctica virtual. Cinco entrenadores, en la práctica virtual se conectan con 7 a 9 deportistas, y para los dos restantes entre 4 a 5 deportista y 1 a 3 deportistas respectivamente.

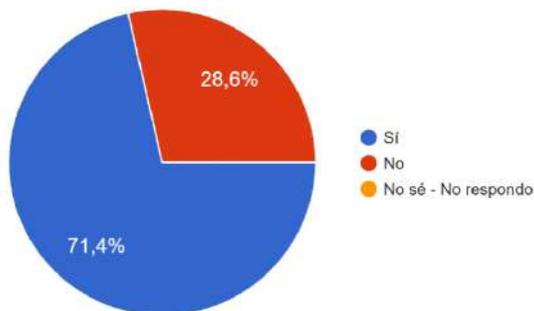
Gráfica 5. Pregunta 4 ¿Cuántos deportistas prenden la cámara durante la práctica virtual?



Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en google forms.

La gráfica 5 muestra las respuestas en relación con la cantidad de deportistas que prenden la cámara durante la práctica virtual. Para cuatro de los entrenadores, todos los deportistas prenden la cámara; para los tres entrenadores restantes, entre 5 a 8 deportistas, de 1 a 4 y ningún deportista la prende, respectivamente.

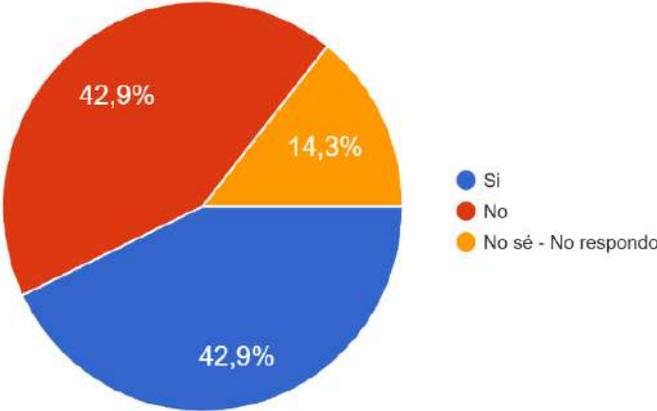
Gráfica 6. Pregunta 5 ¿En algún momento durante las practicas virtuales, presentó fallas técnicas con el internet o computador?



Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en google forms.

La gráfica 6 muestra que, en su mayoría los entrenadores si presentaron fallas técnicas con el internet o computador durante las prácticas virtuales; dos de los entrenadores no presentaron ninguna falla.

Gráfica 7. Pregunta 6 ¿Cree usted que cumple sus objetivos durante el proceso de enseñanza virtual? ¿Por qué?



Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en google forms.

En la gráfica 7 se evidencia como los entrenadores responden en cuanto a si sus objetivos planteados durante el proceso de enseñanza se pudieron cumplir. Se aprecia una dualidad entre el cumplimiento afirmativo (si) y el negativo (no), ya que tres entrenadores dicen que si cumplieron sus objetivos durante el proceso de enseñanza virtual y otros tres entrenadores, afirmaron que no cumplieron sus objetivos durante el proceso de enseñanza virtual. Finalmente, un entrenador, no respondió.

Tabla 2. Responde al cuestionamiento de la pregunta 6.

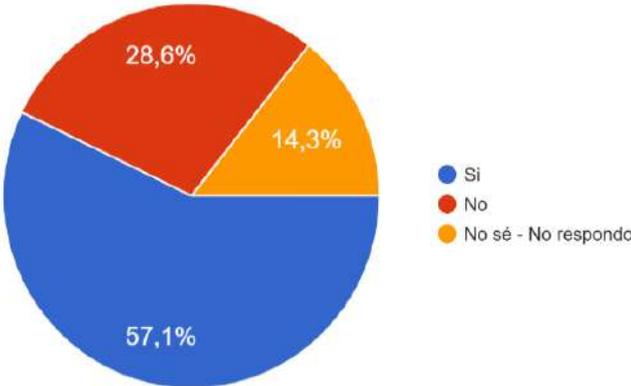
¿CREE USTED QUE CUMPLE SUS OBJETIVOS DURANTE EL PROCESO DE ENSEÑANZA VIRTUAL? ¿POR QUÉ?	
ENTRENADOR 1	El entrenamiento virtual no es algo convencional o por lo menos algo que no creía que podría llegar a funcionar bien, la llegada de la pandemia me hizo reinventarme, y aunque no sea igual que estar en la cancha, he logrado trabajar desde la técnica y capacidades físicas hasta táctica (con las limitaciones del caso).
ENTRENADOR 2	Si son objetivos muy simples se cumplen y si son trabajos analíticos se cumplen
ENTRENADOR 3	Porque en el voleibol es necesario tener un espacio para su práctica y los objetivos son enseñanza y desarrollo de los fundamentos técnicos.
ENTRENADOR 4	En la enseñanza del voleibol y cualquier deporte como tal, es de suma importancia tener contacto con la persona, ya que se tiene que adaptar gestos técnicos los cuales son anormales, además de explicar muy bien desde cómo hacerlo sin balón para luego agregarle el objeto, por último, se necesita de otros elementos como por ejemplo de una pared grande, la cual todo mundo no tiene en la casa.
ENTRENADOR 5	Debido al poco espacio para desarrollar el entrenamiento
ENTRENADOR 6	Se alcanza a que no pierda su patrón motor
ENTRENADOR 7	No se enseñó nada. Todo fue dirigido a la actividad física.

Fuente: Respuestas tomadas del cuestionario realizado en google forms.

En las respuestas anteriores se puede analizar y evidenciar que, es indispensable tener entrenos presenciales para así obtener un buen seguimiento del desarrollo deportivo en los entrenamientos. Al tener que recurrir a las prácticas virtuales, los entrenadores deben replantear nuevos objetivos. Debido la situación actual generada por el Covid-19, deben adaptarse a la nueva modalidad de las plataformas virtuales y, por ende, deben trazar objetivos con un menor grado de complejidad en su ejecución que permitan cuidar y conservar la condición físico-técnica de los deportistas en sus diferentes categorías.

También se evidenció que hubo entrenadores que no cumplieron con los objetivos planeados a comienzo del 2020 en proyección del año de competencia; esto puede ser por muchas razones, entre esas, la dificultad de los deportistas al buscar un espacio adecuado para realizar sus entrenamientos y la difícil conectividad que su sector socio-económico presenta, lo que conlleva a que los deportistas deban contar con espacios apropiados para el entrenamiento físico-técnico con especificidad en el voleibol, espacios que no todos tienen; igualmente no tienen al alcance implementos deportivos e incluso no tienen una pared adecuada para realizar ejercicios con balón como es lo usual en ciertos entrenamientos de voleibol.

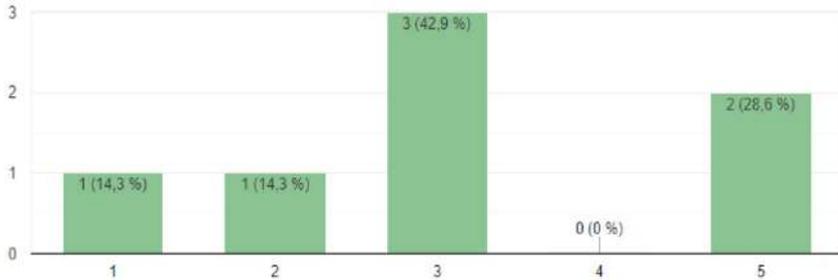
Gráfica 8. Pregunta 7. Cuando se retomen las practicas presenciales ¿Repetiría la experiencia de dictar prácticas virtuales?



Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en google forms.

En la gráfica 8 se observa como los entrenadores responden en cuanto a si repetirían o no el proceso de enseñanza virtual. En su mayoría, cuatro entrenadores, si repetiría el proceso de enseñanza virtual cuando se retomen las prácticas presenciales con normalidad, dos entrenadores afirman que no repetirían el proceso de enseñanza virtual. Finalmente, un entrenador no respondió.

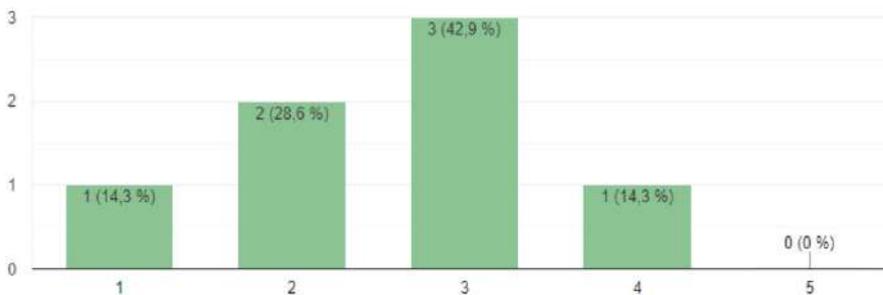
Gráfica 9. Pregunta 8. Califique de 1 a 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto
¿Qué tan positiva fue la experiencia de la enseñanza virtual?



Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en google forms.

En la gráfica 9, mediante una escala lineal se evaluó qué tan positiva fue la experiencia para los entrenadores durante el proceso de enseñanza virtual, en una escala de 1 a 5 siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto. Para dos de los entrenadores la experiencia fue muy positiva, estando en la escala 5; para tres entrenadores la experiencia fue parcial, estando en la escala de 3; para uno de los entrenadores la experiencia fue negativa, estando en la escala 2 y finalmente, para uno de los entrenadores la experiencia fue muy negativa, ubicándose en la escala 1.

Gráfica 10. Pregunta 9. Califique de 1 a 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto
¿Qué tan negativa fue la experiencia de la enseñanza virtual?



Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en google forms.

En la gráfica 10, mediante una escala lineal se evaluó qué tan negativa fue la experiencia para los entrenadores durante el proceso de enseñanza virtual, en una escala de 1 a 5 siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto. Para uno de los entrenadores la experiencia no fue para nada negativa, estando en la escala 1; para dos de los entrenadores la experiencia no fue negativa, estando en la escala 2; para tres de los entrenadores la experiencia fue parcial, ubicándose en la escala 3 y finalmente, para uno de los entrenadores la experiencia fue negativa, ubicándose en la escala 4.

Tabla 3. Pregunta 10. ¿Qué estrategias pedagógicas cambió o implementó para dictar las practicas virtuales?

¿QUÉ ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS CAMBIÓ O IMPLEMENTÓ PARA DICTAR LAS PRÁCTICAS VIRTUALES?	
ENTRENADOR 1	Los TICS fueron muy importantes porque además de la demostración una y otra vez desde varios ángulos para que ellos a través de una pantalla tomen lo que quiero transmitir e intenten repetirlo, también utilizo muchos videos de los gestos técnico-tácticos para mostrar acciones reales de juego y contextualizar a los muchachos.
ENTRENADOR 2	Utilización de muchos ayudas visuales.
ENTRENADOR 3	La estrategia que utilicé fue darle algo de responsabilidad a las jugadoras para que diseñaran una parte del entrenamiento para así tener toda la atención.
ENTRENADOR 4	Para poder ser más explícitos con los ejercicios tuve que adaptar las clases con videos, de igual manera los que tienen los ejercicios adaptados no es tan difícil, de igual manera tienen que ser puros ejercicios físicos - técnicos e individuales por lo tanto las variantes son limitadas.
ENTRENADOR 5	Ejercicios analíticos primarios.
ENTRENADOR 6	La creatividad y el trabajo de los ejercicios en espacios pequeños.
ENTRENADOR 7	Métodos, tipos de ejercicios y palabras claves y directas para la pronta asimilación de ejercicios futuros.

Fuentes: Respuestas tomadas del cuestionario realizado en google forms.

Se puede analizar que, los entrenadores en su mayoría optaron y adoptaron de buena manera por una estrategia pedagógica audiovi-

sual para transmitir sus entrenamientos en la aplicación de los diferentes ejercicios físico-técnicos primarios y específicos del voleibol, lo que permitió que a sus deportistas le fuese más fácil, fluida y dinámica la práctica en los entrenamientos.

Cabe recordar que, al ser un entrenamiento por una plataforma virtual, se debe comprender los diferentes espacios, herramientas de trabajo en el ejercicio, conectividad y tiempo de las deportistas; por consiguiente, todos los deportistas debían tener un grado de responsabilidad en su práctica deportiva y la buena ejecución de las diferentes técnicas del voleibol.

Como entrenadores de voleibol, deben rediseñar la enseñanza del este deporte para dar herramientas de creatividad, como juegos en diferentes roles, ejercicios de fácil realización, coordinación óculo-manual y óculo-pedal que permita el mejoramiento del desarrollo psicomotriz de los deportistas en las prácticas deportivas.

Tabla 4. Pregunta 11 ¿Qué comportamientos evidencia de los deportistas durante las practicas virtuales? Exponga.

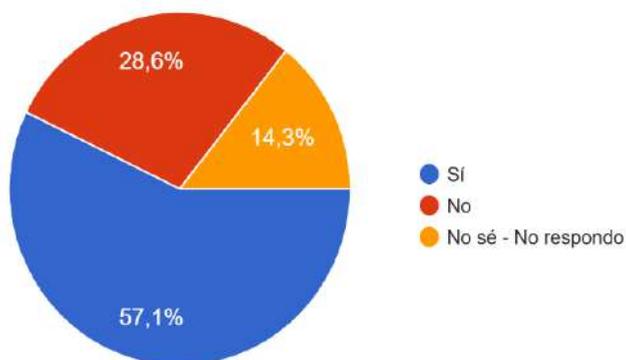
¿QUÉ COMPORTAMIENTOS EVIDENCIA DE LAS DEPORTISTAS DURANTE LAS PRÁCTICAS VIRTUALES? EXPONGA	
ENTRENADOR 1	Afortunadamente tengo niñas que han llegado porque quieren aprender y son muy comprometidas, responsables con las tareas fuera y dentro del entreno.
ENTRENADOR 2	Bueno y participativo en mi caso.
ENTRENADOR 3	Algunas personas lo toman como una práctica de mantenimiento físico. Para sentirse bien, creo que algunos no les interesa porque tienen espacios donde ellos podían hacer prácticas presenciales.
ENTRENADOR 4	Primero falta de actitud, ya que no es lo mismo y ellos lo que desean es estar en la cancha compartiendo en grupo, por último, ¡los aprendices en general siempre tienen déficit de atención presencial y ahora virtual es peor!
ENTRENADOR 5	Plasticidad neuronal.
ENTRENADOR 6	Compromiso para mejorar.
ENTRENADOR 7	Pasividad.

Fuentes: Respuestas tomadas del cuestionario realizado en google forms.

Los entrenadores exponen que las deportistas están comprometidas con su proceso de aprendizaje y la práctica se desarrolla en un medio participativo; aunque no es un ambiente propicio y común para los diferentes grupos, se crean nuevas estrategias de enseñanza para que los deportistas no lo tomen sólo como “trabajo físico” y no pierdan su interés y la asistencia a los diferentes entrenamientos, ya que no se compara con la presencialidad.

Trabajar con grupos donde el deporte es en conjunto, es una labor difícil si se realiza desde la virtualidad, ya que algunos pueden llegar a pensar que las actividades virtuales pueden ser de “mantenimiento físico”, ya que no se hace una interacción con el equipo, no se corrigen gestos y técnicas deportivas. Por eso, los profesores deben incentivar y motivar a los deportistas para que mejoren de manera individual; como dice uno de los entrenadores la “plasticidad neuronal” en sus deportistas da un aporte positivo para su cambio y mejora en la condición de virtual.

Gráfica 11. Pregunta 12 ¿Tiene un adecuado manejo y destreza sobre las diferentes plataformas virtuales (TIC)?

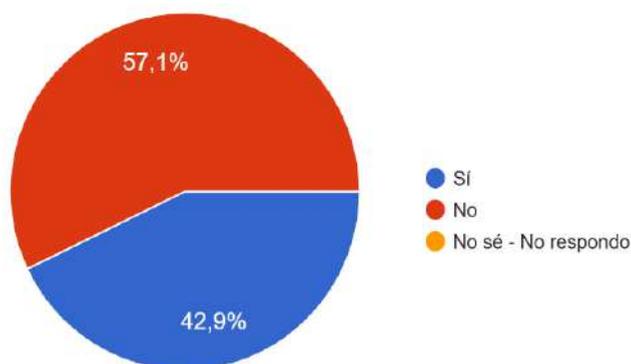


Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en Google forms.

En la gráfica 11 se evidencia como los entrenadores afirman (si) o niegan (no) tener un adecuado manejo y destrezas sobre el uso de las di-

ferentes plataformas virtuales. Mayormente los entrenadores, cuatro de ellos, cuentan con un adecuado manejo sobre las diferentes plataformas virtuales; dos de los entrenadores afirman no tener un adecuado manejo sobre plataformas virtuales. Uno de los entrenadores prefirió no responder.

Gráfica 12. Pregunta 13 ¿Antes o durante el tiempo de cuarentena, usted tuvo alguna capacitación o curso rápido sobre el manejo de las plataformas virtuales (TIC)?



Fuentes: Tomado del cuestionario realizado en Google forms.

En la gráfica 12 se evidencia la respuesta de los entrenadores en cuanto a si tuvieron o no una previa capacitación sobre el manejo de plataformas virtuales antes o durante el tiempo de la cuarentena causada por la pandemia por covid-19. Cuatro de los entrenadores niegan haber recibido alguna capacitación sobre el manejo de plataformas virtuales y los tres entrenadores restantes afirman haber recibido una capacitación.

Análisis y discusión

Por medio del cuestionario y el respaldo de la entrevista se hace evidente que, para los entrenadores que participaron en este proceso de investigación, el cambio de la enseñanza presencial a la modalidad

virtual fue sorpresivo y un poco traumático, en el sentido que muchos de ellos no contaban con bases previas en el manejo de plataformas virtuales y con estrategias de enseñanza para enseñar prácticas virtualmente. Al inicio, cuando se dio la noticia a nivel nacional sobre el estado de cuarentena, los entrenadores inicialmente se vieron en la tarea de modificar e implementar nuevas estrategias de enseñanza para sus deportistas y ver qué medio se facilitaba más a sus necesidades dentro de la práctica virtual.

En medida que fue avanzando el periodo de cuarentena los entrenadores estuvieron en constante aprendizaje por la nueva experiencia de la enseñanza virtual, adquiriendo habilidades para que sus prácticas fueran positivas y enriquecedoras para los deportistas. Durante el proceso de investigación se evidenció que en el uso de plataformas virtuales los entrenadores solo trabajaban con plataformas como Google-meet y Zoom; así mismo, hubo factores que hicieron el proceso un poco lento y complejo, principalmente problemas de conectividad a internet por parte de entrenadores y deportistas, comportamientos y toma de decisiones de algunos deportistas frente a la participación en la práctica virtual. Hay quienes afirman que, en el voleibol, por ser un deporte altamente táctico y de conjunto, su enseñanza debe ser netamente presencial y dentro del campo, en cambio hay otros que afirman que la enseñanza se puede ser virtual y presencial según la temática a enseñar.

Dentro de las fuentes de información relacionadas con la enseñanza virtual se evidencia que, en las instituciones educativas se debe capacitar a los docentes, en la medida de los avances tecnológicos, ya que actualmente la humanidad se encuentra en la era digital, donde las tecnologías de la información y la comunicación cada vez más están ligadas a la educación y a los procesos de enseñanza-aprendizaje. Independientemente del deporte o la situación, es importante que los entrenadores tengan bases y saberes sobre el uso de la tecnología, para que innoven y transformen los espacios de prácticas.

Los entrenadores diseñaron estrategias de enseñanza de forma progresiva, las cuales se iban desarrollando e implementando según

avanzaban las clases virtuales y las necesidades de cada deportista. El uso de las TIC (tecnologías de la información la comunicación) fueron un inicio y base para los entrenadores al iniciar el proceso de enseñanza virtual, ayudas visuales (videos sobre técnica y táctica), trabajo autónomo para los deportistas, ejercicios analíticos primarios y secundarios, ejercicios enfocados en el mantenimiento de la forma física y la creatividad en cada espacio de práctica. Dichas estrategias fueron el eje principal del plan de estudio de las prácticas, para dar resultados favorables a la problemática que se presentó por el cambio de la enseñanza presencial a la virtual.

Es importante que cada entrenador sepa reconocer y ser consciente sobre las problemáticas que se presentan cada día; la pandemia por Covid-19 fue una situación nueva y que nadie imaginó que sucedería, por lo cual fue vital que los entrenadores tuvieran compromiso y disposición de transformar y adaptarse a la situación que inicialmente fue vista como algo negativo para la enseñanza del voleibol. Otro factor clave dentro de la enseñanza virtual del voleibol fue el compromiso por parte de los deportistas; para los entrenadores saber que cuentan con deportistas responsables, con disciplina y con actitud de aprender fue un impulso para seguir en el proceso; fueron más los deportistas que mostraron comportamientos activos y positivos durante las prácticas virtuales.

La enseñanza virtual fue un proceso de aprendizaje para los entrenadores, y con el poco o mucho conocimiento que tenían sobre el uso de plataformas virtuales, en conjunto con las TIC, con esos mismos retos continuaron las prácticas virtuales durante todo el año 2020 de cuarentena. Mayormente, las experiencias durante la virtualidad fueron positivas, según los conocimientos, la facilidad con el uso de tecnologías y el buen manejo de los grupos a pesar del espacio reducido; de igual forma también hubo entrenadores que afirmaban que su experiencia había sido negativa, desde las dificultades que se presentaron por la conectividad a internet, los espacios reducidos en las casas de los deportistas, poco contacto con el balón y sin la posibilidad de interactuar físicamente como grupo. Sin embargo, durante

las entrevistas los entrenadores afirmaron que todo el proceso fue duro, pero se prepararon, transformaron y se adaptaron para seguir con las prácticas virtualmente, evidenciando que había sido un proceso complejo, pero positivo dando resultados según las necesidades que se presentaban.

En consecuencia, los entrenadores en su mayoría repetirían el proceso de dictar clases virtuales, ya que cuentan con bases en el manejo de plataformas virtuales, con conocimiento y experiencia en la enseñanza virtual del voleibol, y quienes no repetirían el proceso no lo harían porque consideran que el voleibol es un deporte que debe practicarse dentro del campo. Es importantes que los entrenadores no vean la enseñanza virtual como una incapacidad, porque el voleibol sea un deporte técnico y de conjunto. Dentro de la virtualidad y con el uso de plataformas virtuales se pueden crear nuevos espacios de aprendizaje y así mismo, con innovación y creatividad se pueden generar nuevas alternativas de enseñanza para el voleibol.

Conclusiones

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el impacto del uso de las plataformas virtuales en el proceso de enseñanza del voleibol en la Liga Vallecaucana de Voleibol durante el tiempo de pandemia por covid-19. Esto gracias a que se logró describir las características de los entrenadores de la Liga Vallecaucana de Voleibol, identificar fuentes de información primaria sobre la enseñanza bajo la modalidad virtual y caracterizar las condiciones que tuvieron el uso de las plataformas y metodologías de enseñanza utilizadas por los entrenadores de la Liga Vallecaucana de Voleibol.

Los resultados encontrados en la investigación permiten concluir que la pandemia por Covid-19 afectó los entrenamientos de la Liga Vallecaucana de Voleibol debido a los radicales cambios que obtuvieron los objetivos propuestos por los entrenadores. Definitivamente, el voleibol como deporte de conjunto y altamente técnico, necesita de

entrenamientos presenciales para así poder abarcar su parte táctica que es fundamental en este deporte.

Se logró identificar que no todos los entrenadores están debidamente capacitados para la utilización de estas plataformas virtuales con mucha razón, debido a que fue un cambio de la noche a la mañana. Se limitaron a utilizar solamente dos plataformas, Zoom y Google Met, las cuales son plataformas para realizar videollamadas. Igualmente no todos tienen las herramientas adecuadas como un buen wi fi y/o plan de datos, un buen computador o espacio en sus computadores para descargar ciertas aplicaciones que ayudan a una clase de mejor calidad.

Para algunos entrenadores fue beneficioso el tema de las plataformas virtuales por la pandemia generada por el Covid-19 debido a hicieron énfasis en la técnica y preparación física; gracias a ello, las jugadoras que tenían fallas en su técnica pudieron llegar a los entrenamientos presenciales en una mejor condición, para otros no tanto ya que su énfasis, de acuerdo con la categoría, no es lo técnico, que es lo que las condiciones daban para entrenar.

La creación de una nueva plataforma virtual, que cumpla con todas las expectativas y condiciones para una excelente clase virtual, sería lo ideal, una plataforma a la cual tanto entrenadores, como jugadores y padres de familia tengan acceso, donde se puedan subir las grabaciones de las clases, videos, fotos y demás, la cual ayude a una mejor explicación visual, y lo más importante, capacitar a todos los entrenadores para que la sepan manejar de manera correcta y hacer una clase mucho más amena para todos, sin importar ramas ni categorías.

Recomendaciones

Finalmente se recomienda a los entrenadores de la Liga Vallecaucana de Voleibol crear una plataforma de enseñanza virtual, para crear un nuevo espacio que complemente los procesos de enseñanza-aprendi-

zaje del voleibol. Al implementarla sería de gran utilidad tanto para entrenadores, como para los deportistas, ya que en la misma se podrían compartir clases, ya sea virtual o presencialmente, subir contenido didáctico relacionado a las temáticas del voleibol, dejar actividades de trabajo autónomo, crear salas de debate sobre tácticas de juego, tener un calendario sobre las temáticas de las prácticas y futuras competencias, etc. Es vital que las clases no solo se queden en lo visto, sino tener más espacios de apoyo y de retroalimentación; de igual forma también sería una herramienta de ayuda para prevenir situaciones como la pandemia por covid-19.

También se les recomienda a los entrenadores a seguir capacitándose en uso de las tic y no quedarse en lo básico de la enseñanza tradicional. Es vital que sigan creciendo no solo como entrenadores sino también como educadores y que estén en constante aprendizaje de nuevos saberes.

Referencias bibliográficas

- Beltrán, M. N. y Perdomo, J.A. (2014). Metodología de capacitación e interacción en e-learning para consolidar la educación en línea. *Revista Horizontes Pedagógicos* 16, 178-187.
- Cabero, A. J. (2006). Bases pedagógicas del e-learning. RUSC. *Universities and knowledge society journal*, 3(1), 0.
- Cauas, D. (2015). *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación*. Bogotá: Biblioteca electrónica de la Universidad Nacional de Colombia, 2, pp. 1-11.
- Coubertin, P. (1992). *Essais de psychologie sportive*. Grenoble: Editions Jérôme Millo.
- Fardoun, H., Yousef, M., González-González, C., & Collazos, C. A. (2020). *Estudio exploratorio en Iberoamérica sobre procesos de enseñanza-aprendizaje y propuesta de evaluación en tiempos de pandemia*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca

- Folgueiras Bertomeu, P. (2016). *Técnica de recogida de información: La entrevista*. <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/99003/1/entrevista%20pf.pdf>
- García Asensio, C. (2011). *Estudio de dos modelos de enseñanza para la iniciación en voleibol*. Sevilla: Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla.
- García Pezo, L. (2020). *Influencia del uso de la plataforma virtual en el aprendizaje de las cuatro habilidades básicas del idioma inglés*. Pucallpa-Perú: Universidad Nacional de Ucayali
- González Valencia, H. (2019). *Integración de la tecnología como una estrategia académica en la educación. Congreso Iberoamericano: La educación ante el nuevo entorno digital*. ISBN 978-84-948417-1-2
- González, H., Ramírez, A., and Salazar, P. (2018). *Las TIC en el mejoramiento de las competencias en lengua extranjera de los profesores de inglés*. Editorial USC, Cali – Colombia. ISBN: 978-958-5522-54-1 e-ISBN 978-958-5522-55-8. Recuperado de: <https://repository.usc.edu.co/bitstream/20.500.12421/383/1/Libro>
- González, H. (2015). *La integración de la tecnología como herramienta significativa en la enseñanza del inglés como lengua extranjera*. *Revista Horizontes Pedagógicos*. 17(1), 53-66.
- González Valencia, H., Villota Enríquez, J. A., & Riofrio Bastos, E. A. (2019). *Modelos de aprendizaje virtuales y presenciales en lecto-escritura: Dinámicas de un contexto educativo*. *Horizontes Pedagógicos* issn-l:0123-8264, 21 (1), [pgIn]-[pgOut]. Obtenido de: <https://revistas.iberoamericana.edu.co/index.php/rhpedagogicos/article/view/1490>
- González, Y. (2013) *Voleibol: entrenamiento de la táctica*. Armenia: Editorial Kinesis. Pp.40-50.
- Hernández, C. (2014) *Complejos de juego: K1 Y K2*. Obtenido de <https://volley4all.wordpress.com/2014/04/08/complejos-de-juego-k1-y-k2/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Capítulo 1: Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. Metodología de la investigación*. Méxio: Mc Graw Hill Interamericana..

- Isaza Gómez, G. D., González Valencia, H., Henao Cardona, L. A., Ortiz Hernández, E., Jaimes Carvajal, J. D., Escobar Bedoya, C. D. & Otero González, C. F. (2020). Las mediaciones tecnológicas y su aporte a la actividad física en tiempos de pandemia. En: Villota Enríquez, J. A. y González Valencia, H. *Tecnología, Sociedad y Educación: perspectivas interdisciplinarias en torno a las TIC desde el campo social y educativo* (pp. 105-123). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Ivoilov, A. (1986). *Voleibol, Técnica-Táctica-Entrenamiento*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Stadium.
- Jeef L. (1993) *Recepción, colocación y ataque en el voleibol*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- López, R, P., & Fachelli, S. (2016). *La encuesta. Metodología de la investigación social cuantitativa*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Mamami Ramos, Á. A., Huayanca Medina, P. C., Mamani Quispe, N. E., Manzaneda Cabala, P. J., Casa Nina, N. M., Nina Zamata, D. R., & Fuentes López, J. D. (2018). Estrategia de enseñanza global para el aprendizaje de los fundamentos técnicos del voleibol en jugadoras de la categoría infantil. *Sportis*, 4(3), 574-586.
- Méndez, Z. (2003). *Aprendizaje y Cognición*. San José, Costa Rica: Editorial EUNED, sexta reimpresión.
- Montanares, E. G. y Junod, P. A. (2018). Creencias y prácticas de enseñanza de profesores universitarios en Chile. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 93-103. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1383>
- Mora, M. C. G., Sandoval, Y. G., & Acosta, M. B. (2013). Estrategias pedagógicas y didácticas para el desarrollo de las inteligencias múltiples y el aprendizaje autónomo. *Revista de investigaciones UNAD*, 12(1), 101-128.
- Narvaiza Cortes, J. (2019). *Métodos para la enseñanza del voleibol*. Trabajo académico presentado para optar el Título de Segunda Especialidad Profesional de Educación Física. Universidad Nacional de Tumbes, Facultad de Ciencias Sociales.
- Sánchez Rodríguez, J. (2009). Plataformas de enseñanza virtual para entornos educativos. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, (34), 217-233. ISSN: 1133-8482.

Silva Carvajal, M. A. (2020). *Estrategias de enseñanza de Voleibol en estudiantes de 9no. año de Educación Básica*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil, Facultad de Educación Física, Deportes y Recreación.

Pérez Torres, J. M., & Salamanca Velandia, S. R. (2013). *Influencia de las estrategias pedagógicas en los procesos de aprendizaje de los estudiantes de una institución de básica primaria de la ciudad de Bucaramanga*. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia.

Zambrano, E. L. (2018). *Prácticas pedagógicas para el desarrollo de competencias ciudadanas*. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 69-82. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1409>

INNOVANDO EN CIENCIAS NATURALES: LA ENSEÑANZA BASADA EN LA INDAGACIÓN PARA LA COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS

Innovating in natural science: inquiry-based teaching for understanding scientific concepts

Zalathiel Cárdenas Bonilla

Secretaría de Educación de Cali. Cali-Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-7313-9965>

✉ d.nsf.zalathiel.cardenas@cali.edu.co

Patricia Medina Agredo

Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-5462-4017>

✉ patricia.medina@usc.edu.co

Luis Hernando Tamayo Llanos

Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-6851-3449>

✉ htamayo@usc.edu.co

Resumen. El presente artículo muestra los resultados del diseño y la implementación de una secuencia didáctica que, desde el enfoque de enseñanza basado en la indagación, permitió a estudiantes de grado quinto de una institución educativa de la ciudad de Cali, la construcción y el aprendizaje del concepto estructurante de materia y sus propiedades. Para hacerlo, se analizaron las respuestas dadas por 22 estudiantes a un mismo cuestionario en dos momentos diferentes. La metodología que se utilizó fue cuantitativa. Las actividades de aprendizaje propuestas en la secuencia didáctica, se estructuraron en tres

Cita este capítulo

Cárdenas Bonilla, Z.; Tamayo Llanos, L. H. y Medina Agredo, P. (2022). Innovando en ciencias naturales: la enseñanza basada en la indagación para la comprensión de conceptos científicos. En: Villota Enriquez, J. A.; González Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. científicos). Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología. (pp. 79-107). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

momentos: exploración, introducción y estructuración de nuevos conocimientos y aplicación. Como parte de la investigación y con el propósito de determinar las transformaciones cognitivas de los estudiantes posteriores a la intervención, se hizo el análisis de los datos mediante la “Prueba de Hipótesis” que permitió validar o rechazar el supuesto de que los estudiantes comprenden de manera significativa el concepto estructurante de materia y sus propiedades con actividades de aprendizaje, organizadas en una secuencia didáctica en la que se privilegia la enseñanza por indagación.

Palabras claves: Concepto estructurante, materia, propiedades de la materia, indagación, secuencia didáctica.

Abstract. This article shows the results of the design and implementation of a didactic sequence which from the inquiry-based teaching approach, allowed fifth grade students of an educational institution in the city of Cali, the construction and learning of the structuring concept of matter and its properties. The responses given by 22 students to the same questionnaire at two different times were analyzed. The methodology used was quantitative. The learning activities proposed in the didactic sequence were structured in three moments: exploration, introduction and structuring of new knowledge and application. As part of the research and with the purpose of determining the cognitive transformations of the students after the intervention, the analysis of the data was carried out using the Hypothesis Test, which allowed to validate or reject the assumption that the students significantly understand the structuring concept of matter and its properties with learning activities, organized in a didactic sequence in which teaching by inquiry is privileged.

Keywords: Structuring concept, matter, properties of matter, inquiry, didactic sequence.

Introducción

Investigaciones recientes sobre la enseñanza de las ciencias, señalan la importancia de su abordaje desde la comprensión de conceptos estructurantes. Estos conceptos permiten la integración de las diversas disciplinas que conforman las ciencias naturales (biología, química, física) y propician en los estudiantes la comprensión del funcionamiento de su mundo natural (Gagliardi, 1986). En tal sentido, los conceptos estructurantes no son temas de un programa sino ejes articuladores que permiten la construcción de nuevos conocimientos. Desde esta perspectiva Gil Pérez (1993) sugiere algunos conceptos que podrían considerarse como estructurantes en las ciencias naturales, tales como: diversidad, sistema, interacción, cambio, ciclo, estructura, equilibrio, materia y energía.

Pozo y Gómez (1998) y Gil (1983) afirman que la enseñanza de las ciencias en la escuela se ha basado en la transmisión de datos, conceptos y teorías que limitan a los estudiantes a un aprendizaje memorístico, y que dista de la posibilidad de comprender la ciencia y desarrollar el pensamiento crítico necesario para entender los fenómenos del mundo real. Esto pone de manifiesto la necesidad de desarrollar acciones que promuevan aprendizajes significativos para la comprensión de conceptos científicos que puedan ser incorporados a la estructura cognitiva del estudiante (Ausubel, 1968).

Cobra sentido presentar a los estudiantes situaciones de aprendizaje que les permitan involucrarse activamente desde el punto de vista intelectual. En esta dirección, el enfoque de enseñanza basado en la indagación se presenta como una alternativa para que los estudiantes desarrollen progresivamente competencias científicas como investigar, construir conocimiento y comprender el mundo que los rodea (IAP, 2010). A través de la indagación los estudiantes tienen la oportunidad de vivenciar actividades propias de un científico, como formular preguntas, recolectar datos, razonar, analizar pruebas, sacar conclusiones y discutir resultados.

El diseño de situaciones de aprendizaje por medio de secuencias didácticas, se presenta como una oportunidad para abordar esta enseñanza de las ciencias por indagación. En las secuencias, se puede proponer a los estudiantes, problemáticas que promuevan una cultura investigativa dentro de la clase (Furman y Podestá, 2009). Por lo anterior, este trabajo plantea la hipótesis de que un grupo de estudiantes de grado quinto puede comprender de manera significativa el concepto estructurante de materia y sus propiedades a través de un enfoque de enseñanza basado en la indagación, mediante una serie de actividades de aprendizaje organizadas en una secuencia didáctica.

Enseñanza de las ciencias basada en la indagación

El concepto de indagación fue presentado por primera vez en 1910 por el pedagogo estadounidense John Dewey, formulando una crítica al énfasis que se hacía en la acumulación de información cuando se enseñaba ciencias, dejando de lado el desarrollo de actitudes y habilidades necesarias para su actividad. Desde aquel momento muchos investigadores y docentes han utilizado este término. Aunque pareciera no existir un consenso sobre su definición, ciertos autores la asocian al fomento de la curiosidad y el cuestionamiento, otros al desarrollo de estrategias de aprendizaje y otros al desarrollo de habilidades necesarias para la experimentación (Barrow, 2006, citado en Reyes y Padilla, 2012).

Recientemente se relaciona la indagación con el trabajo que hacen el investigador y el científico para acercarse y comprender el mundo natural (Hansen, 2002). La indagación depende de la actividad en la que se centra y del actor que la desarrolla. Por ejemplo, hablamos de indagación científica para referirnos al trabajo que hace el científico o científica de aprendizaje basado en indagación, en el laboratorio, para referirnos a lo que hacen y aprenden los estudiantes y de enseñanza basada en la indagación para señalar lo que saben y hacen los profesores en sus clases (Anderson, 2007, citado en Reyes y Padilla, 2012).

La enseñanza basada en la indagación, parte de presentar a los estudiantes preguntas guías para ser respondidas, problemas para ser resueltos y observaciones para ser explicadas (Bateman, 1990, citado en Rivas, 2013). De esta manera la enseñanza de las ciencias basada en la indagación debe ser tanto un medio como un fin para la enseñanza (Garritz, 2006).

Tipos de enseñanza basada en la indagación

Existe una estrecha relación entre la enseñanza basada en la indagación y el enfoque constructivista, en tanto ambos guían al estudiante a construir su propio conocimiento a partir de sus experiencias previas. En el proceso de enseñanza a través de la indagación, los estudiantes resuelven problemas mediante la discusión de preguntas guiadas que facilitan el aprendizaje de conceptos científicos y el desarrollo de competencias. Se construyen modelos, se promueven habilidades de pensamiento científico, se viven experiencias significativas y se desarrolla la creatividad (Rivas, 2013).

Para una mejor comprensión de los tipos de indagación y su posible implementación en el aula, Hansen (2002) propone cuatro tipos: limitada, estructurada, guiada y abierta; teniendo en cuenta las acciones que realiza el estudiante y el rol del docente. Estas podrían considerarse de menor a mayor grado dependiendo su nivel de complejidad (imagen 1).

Imagen 1. Tipos de enseñanza basada en la indagación.



Fuente: Intel Educar (2010).

En la indagación limitada el profesor dirige y los estudiantes siguen instrucciones. En la indagación guiada el docente apoya al estudiante para resolver una pregunta de investigación, selecciona los materiales con anticipación y entrega al estudiante algunas preguntas que guíen su investigación. En la indagación abierta el estudiante diseña su protocolo de investigación partiendo de una pregunta, realiza el procedimiento para alcanzar la respuesta, plantea hipótesis, analiza y comunica resultados. Finalmente, la indagación estructurada puede considerarse una combinación entre la abierta y la guiada, puesto que el profesor selecciona la pregunta a investigar, pero el estudiante toma las decisiones para llegar a las respuestas. En esta investigación se determinó utilizar la indagación guiada, en tanto se entregaba a los estudiantes las guías de laboratorio con una pregunta que guiaría la práctica y que tendría que dar respuesta durante cada sesión.

Currículo y concepto estructurante de materia

Los estudios e investigaciones curriculares en ciencias se iniciaron a finales de los años 50 en Estados Unidos y posteriormente se extendieron a Europa. Estas propuestas buscaban el mejoramiento en la enseñanza de las ciencias y el desarrollo de la educación científica.

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional publicó los *Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental* con el propósito de señalar horizontes, que permitieran ampliar la comprensión del papel de las ciencias naturales en la formación integral de las personas (MEN, 1998). Estos lineamientos contienen las orientaciones conceptuales pedagógicas y didácticas para el diseño y desarrollo curricular en ciencias naturales desde preescolar hasta grado once.

Dado el auge de la educación por competencias, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia publicó en 2004 los *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales*, producto de discusiones con académicos y las facultades de Educación del país. Los estándares, son criterios claros y públicos que buscan orientar el desarrollo de habilidades científicas y actitudes requeridas para explorar fenómenos y para resolver problemas.

En la imagen 2 es posible evidenciar la estructura de los *Estándares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*, organizada en tres columnas que denotan las acciones de pensamiento y de producción concreta que los estudiantes deben realizar. Específicamente la columna *manejo conocimientos propios de las ciencias naturales*, se subdivide en tres subcolumnas que especifican las acciones de pensamiento necesarias para producir el conocimiento propio de las ciencias naturales: entorno vivo, entorno físico y ciencia, tecnología y sociedad.

Imagen 2. Estructura de los estándares de ciencias naturales.

Primera columna	Segunda columna			Tercera columna
...me aproximo al conocimiento como científico-a natural	...manejo conocimientos propios de las ciencias naturales			...desarrollo compromisos personales y sociales
<ul style="list-style-type: none"> • Observo el mundo donde vivo. • Hago preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas. • Propongo explicaciones provisionales para responder mis preguntas. • Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables). 	Entorno vivo <ul style="list-style-type: none"> • Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos. 	Entorno físico <ul style="list-style-type: none"> • Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias. 	Ciencia, tecnología y sociedad <ul style="list-style-type: none"> • Identifico máquinas simples en objetos cotidianos y describo su utilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escucho activamente a mis compañeros, reconozco puntos de vista diferentes y los comparo con los míos. • Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros ante la información que presento.

Fuente: Ministerio de Educación Nacional.

Los estándares se organizan por conjuntos de grados. Así, el ciclo uno corresponde a los grados primero, segundo y tercero, el ciclo dos a los grados cuarto y quinto, el ciclo tres a los grados sexto y séptimo, el ciclo cuatro a los grados octavo y noveno y el ciclo cinco a los grados diez y once. Si analizamos el concepto estructurante de materia y sus propiedades –objeto de esta investigación–, nos daremos cuenta que tiene relación con las acciones de pensamiento y de producción concreta del entorno físico. El entorno físico, “se centra en el desarrollo de las competencias que permiten establecer la relación de diferentes ciencias naturales para entender el entorno donde viven los organismos, las interacciones que se establecen y explicar las transformaciones de la materia” (MEN, 2004, p. 13). Y desde los estándares, se espera que los estudiantes de los grados cuarto y quinto, se ubiquen en el universo y en la tierra e identifiquen las características de la materia, fenómenos físicos y manifestaciones de la energía en el entorno.

En esta misma línea de desarrollo curricular, y con el fin de hacer un mayor énfasis en los aprendizajes estructurantes que deben desarrollar los estudiantes en cada grado, en 2016 el Ministerio de Educación Nacional de Colombia publicó los *Derechos Básicos de Aprendizaje* DBA, los cuales se organizan guardando coherencia con los Lineamientos Curriculares y los Estándares Básicos de Competencias. Los DBA plantean elementos para construir rutas de enseñanza que promueven la consecución de aprendizajes (MEN, 2016).

En la tabla 1 podemos apreciar cómo en los cinco grados de básica primaria, se enfatiza en algunos aprendizajes asociados al concepto de materia y sus propiedades. En los primeros grados se abordan las características y propiedades de la materia y sus estados físicos, mientras que en los grados cuarto y quinto en sus transformaciones y propiedades. Lo anterior permitiría pensar en una progresión de este concepto, partiendo del reconocimiento de sus características para llegar a la comprensión de sus propiedades.

Tabla 4. Algunos derechos básicos de aprendizaje relacionados con el concepto de materia.

Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	Quinto
Comprende que existe una gran variedad de materiales y que éstos se utilizan para distintos fines, según sus características (longitud, dureza, flexibilidad, permeabilidad al agua, solubilidad, ductilidad, maleabilidad, color, sabor, textura).	Comprende que las sustancias pueden encontrarse en distintos estados (sólido, líquido y gaseoso).	Comprende la influencia de la variación de la temperatura en los cambios de estado de la materia, considerando como ejemplo el caso del agua.	Comprende que existen distintos tipos de mezclas (homogéneas y heterogéneas) que de acuerdo con los materiales que las componen pueden separarse mediante diferentes técnicas (filtración, tamizado, decantación, evaporación).	Comprende que algunos materiales son buenos conductores de la corriente eléctrica y otros no (denominados aislantes) y que el paso de la corriente siempre genera calor.

Fuente: Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias (2016)

Secuencias didácticas en ciencias naturales.

Según Díaz-Barriga (2013) “[...] las secuencias didácticas constituyen una organización de las actividades de aprendizaje que se realizarán con los estudiantes y para los estudiantes, con la finalidad de crear situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo” (Díaz, 2013, p1). En una secuencia didáctica se establece una serie de actividades de aprendizaje que tienen relación entre sí, partiendo de conocer las ideas que tienen los estudiantes sobre un concepto, fenómeno o situación de la vida real. Las actividades de la secuencia didáctica permiten que el estudiante vincule sus conocimientos y experiencias con un problema de su cotidianidad.

La visión de hacer ciencia escolar enfatiza la necesidad de generar propuestas de enseñanza que sitúe a los estudiantes en un rol activo desde el punto de vista cognitivo. Este hacer se refiere a un proceso

intelectual que involucra lo que se sabe para aprender cosas nuevas (Furman y Podestá, 2009). En la práctica implicaría que el aprendizaje de conceptos científicos se enmarque en situaciones de enseñanza en las que los estudiantes tengan la posibilidad de desarrollar habilidades para construir conocimiento científico.

Furman (2012) plantea algunas recomendaciones para el diseño de secuencias didácticas en ciencias naturales coherentes con el enfoque de enseñanza basado en la indagación. Entre ellas encontramos:

- Llevar las situaciones a contextos cotidianos que permitan a los estudiantes comprender lo que están aprendiendo y aplicarlo en el mundo real.
- Plantear objetivos claros, tanto conceptuales, como de desarrollo de habilidades científicas.
- Enmarcar los experimentos en investigaciones guiadas, en las que exista una pregunta a responder.
- Incluir textos que relaten episodios de la historia de la ciencia en los que se describan preguntas, investigaciones y debates de otras épocas.

Furman (2012) plantea la estructura básica de una secuencia didáctica en ciencias naturales (Furman, 2012, p. 49):

1. Breve introducción conceptual que describa el enfoque pedagógico y las particularidades del área.
2. Visión general de la secuencia, propósitos generales de aprendizaje y descripción del desarrollo.
3. Secuencia de clases de acuerdo al tema a tratar, detallar brevemente algunos aspectos de cada sesión.
4. Planificación de cada sesión que incluya los objetivos de aprendizaje, el desarrollo de la sesión, las intervenciones para guiar el aprendizaje de los estudiantes, las tareas y la organización en general.

5. Profundizaciones conceptuales para los docentes que le permitan clarificar y ampliar conceptos involucrados en la secuencia didáctica y el desarrollo del conocimiento didáctico del contenido.
6. Propuestas de evaluación de los aprendizajes.
7. Bibliografía y recursos recomendados.

Tomando esta propuesta de configuración didáctica se diseñó una secuencia que incorpora los elementos anteriormente mencionados y sigue los momentos del aprendizaje propuestos en el ciclo de Karplus (1977, citado en Furman y Podestá, 2012), a saber: momento de exploración, momento de presentación y explicación de nuevos conceptos y momento de aplicación.

Diseño metodológico

La presente investigación responde a un diseño cuantitativo, en tanto busca comprobar la hipótesis que los estudiantes pueden comprender de manera amplia y significativa el concepto estructurante de materia y sus propiedades, a través de una serie de actividades de aprendizaje organizadas en una secuencia didáctica, en la que se privilegia la enseñanza por indagación. Este tipo de investigaciones, privilegia los datos numéricos y espera que en su recopilación, análisis y presentación se obtengan resultados más confiables (Hernández-Sampieri, 2018). Este trabajo corresponde a una investigación no experimental dado que observó y analizó un fenómeno educativo dentro de un aula de clase en su contexto natural, sin manipulación alguna.

Para comprobar la hipótesis formulada se hizo uso de “La prueba de hipótesis” que examina un supuesto sobre una población contrastando la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La hipótesis nula es el enunciado que se probará y la hipótesis alternativa es el enunciado que se desea, de acuerdo con la evidencia proporcionada por los datos. Dado lo anterior, se planteó una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1). Si $p < \alpha$ entonces se rechaza H_0 . Pero si $p \geq \alpha$

entonces se rechaza la hipótesis alternativa (Levine & Krehbiel, 2006, citado en Micolta 2017).

- Una hipótesis nula (H_0) es analizada como:
 $H_0 = \pi_1 - \pi_2$ Si $\pi_1 = \pi_2$ entonces la intervención no sirvió o no fue significativa.
- Y una hipótesis alternativa (H_1) es analizada como:
 $H_1 = \pi_1 \neq \pi_2$ Si $\pi_1 \neq \pi_2$ entonces la intervención sirvió o fue significativa.
- π_1 = valor hipotético obtenido antes de la intervención y π_2 = valor hipotético después de la intervención.
- Para hallarlo se tiene: $\pi = pn$ donde p = número de individuos que dan una determinada respuesta y n = número total de individuos (Micolta, 2017).

Se diseñó un cuestionario (ver anexo 1) de ocho preguntas abiertas sobre situaciones cotidianas que involucran propiedades de la materia como la masa, la densidad, el volumen, la dureza y los resultados se organizaron utilizando tópicos y categorías de análisis. Esto, con el fin de contrastar y hacer un análisis comparativo entre las respuestas dadas por los estudiantes al mismo cuestionario en un momento inicial (antes de la implementación de la secuencia didáctica) y en un momento final (después de la implementación de la secuencia didáctica).

Los objetivos de cada pregunta se detallan a continuación:

- **Pregunta 1:** conocer si los estudiantes relacionan que la masa de un objeto depende del material del que está hecho.
- **Pregunta 2:** conocer los razonamientos de los estudiantes sobre por qué dos objetos que tiene la misma masa pueden flotar o hundirse al modificar su forma.
- **Pregunta 3:** interrogar a los estudiantes sobre cuál de los estados físicos de la materia tiene la capacidad de fluir, con el fin de

determinar si atribuyen esta posibilidad solo a los líquidos o solo a los gases.

- **Pregunta 4, 5, 6 y 7:** conocer las ideas de los estudiantes con relación al volumen, lo que ocurre cuando un líquido se pasa de un recipiente a otro, las variaciones, su medición y cómo determinar el volumen de un objeto.
- **Pregunta 8:** conocer las ideas de los estudiantes acerca de la dureza como una propiedad física de la materia.

En el cuestionario se utilizaron preguntas abiertas, dado que estas permiten llevar a cabo un sondeo menos superficial y percibir las actitudes, opiniones, motivaciones y significados de un individuo (Aigner, 2010). Las respuestas dadas por los estudiantes se categorizaron de acuerdo a rasgos comunes y se clasificaron en cinco niveles de desempeño:

- **Satisfactorio:** las respuestas dadas son necesarias y suficientes y se basan en conceptos y teorías científicas, adaptadas al lenguaje del estudiante.
- **Parcial:** las respuestas dadas son necesarias, pero no suficientes, se basan en conceptos y teorías científicas, pero de manera incompleta.
- **Insatisfactorio:** las respuestas dadas no son necesarias, ni suficientes, por lo general son incompletas y no se basan en teorías o conceptos científicos.
- **Deficiente:** las respuestas dadas no corresponden o no tienen relación alguna con la pregunta.
- **No sabe o no responde:** el estudiante deja el espacio en blanco o manifiesta no saber ni recordar la respuesta.

Este diseño que es cuantitativo y no experimental, corresponde a un diseño longitudinal que se fundamenta a partir de la hipótesis anteriormente mencionada y busca recoger datos sobre categorías, sucesos en el aprendizaje de un grupo de estudiantes, variables y sus rela-

ciones en dos o más momentos para observar las transformaciones que los estudiantes hacen en su comprensión del concepto de materia y sus propiedades. Aunque existen tres tipos de diseño longitudinal, la presente investigación se sitúa en un diseño longitudinal de panel, dado que analiza el mismo grupo de sujetos (estudiantes) durante diferentes tiempos y momentos cronológicos (implementación de la secuencia didáctica). Con relación a las variables dependiente e independiente, la dependiente tiene que ver con la implementación de la secuencia didáctica a través del enfoque de enseñanza basado en la indagación y la variable independiente está asociada a la comprensión que los estudiantes alcanzan del concepto de materia y sus propiedades.

La aplicación de la secuencia didáctica se llevó a cabo durante cinco sesiones de clase de dos horas cada una, con estudiantes de grado quinto de la Institución Educativa Isaías Gamboa de la ciudad de Cali y en cada una se trabajó una guía de laboratorio que contenía: una pregunta de indagación guiada, instrucciones para el desarrollo de los laboratorios y entre una y dos preguntas relacionadas con la experiencia trabajada. Los datos obtenidos en el cuestionario aplicado al inicio y al final, se organizaron en tablas y se graficaron utilizando el programa Microsoft Excel. Adicionalmente se utilizó un complemento de Excel denominado Megastat, que permite a través de la prueba de hipótesis con enfoque en valor p, contrastar y comparar si la respuesta obtenida para una pregunta, al final de la aplicación de la secuencia fue significativa o no, luego de compararla con un indicador teórico del nivel de significancia $\alpha = 0,05$ (a es en intervalo de confianza, un α de 0,05 indica un nivel de confianza del 95%).

Resultados

Análisis comparativo de las respuestas de los estudiantes antes y después de implementar la secuencia didáctica

En este punto se pretende mostrar las diferencias en las respuestas dadas por los estudiantes al mismo cuestionario antes y después de implementar la secuencia didáctica. Estas se verifican a través de la prueba de hipótesis, a fin de determinar si la intervención fue significativa o no; así mismo, se analizan los factores que influyeron en la ocurrencia de los posibles cambios. En las tablas que se presentan a continuación se pueden observar las columnas *Aplicación inicial* y *Aplicación final* con los datos de frecuencia y porcentaje de respuestas satisfactorias durante la aplicación inicial y en la aplicación final.

Pregunta No 1: mediante esta pregunta se pretendía conocer si los estudiantes relacionan que la masa de un objeto depende del material del que está hecho.

Tabla 5. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 1.

Categoría	Desempeño	Aplicación inicial		Aplicación final	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Masa independiente del material	Satisfactorio	3	13,63%	18	81,82%
Masa independiente del material pero dependiente del tamaño	Parcial	4	18,18%	4	18,18%
Masa dependiente del material	Insatisfactorio	9	40,90%	0	0,00%
Masa dependiente del peso	Deficiente	6	27,27%	0	0,00%
	NS/NR	0	0%	0	0,00%

Fuente: elaboración propia (2018).

Previo a la implementación de la secuencia, el 13,63% de los estudiantes consideraba que algunos objetos tienen la misma masa sin importar el material del que están hechos, el 18,18% que algunos objetos tienen la misma masa porque pesan lo mismo, el 40,90% que el acero tiene mayor masa porque tiene más masa que los otros materiales y el 27,27% que el acero tiene más masa porque pesa más. Posterior a la aplicación de la secuencia, se observó que el porcentaje de estudiantes en nivel insatisfactorio y deficiente pasó del 68,17% al 0,00%, así mismo, el 18,18% de los estudiantes continúa asociando la masa al tamaño y el material del que está hecho. Por su parte, el número de estudiantes en nivel satisfactorio pasó de 13,63% a 81,82% lo que evidencia una comprensión de los estudiantes con relación a la independencia de la masa del material y del tamaño. Este incremento es significativo, al compararlo por medio de la prueba de hipótesis, pues el indicador obtenido, $p = 0.00000597$, es menor que el valor del indicador teórico $\alpha = 0,05$.

Pregunta No 2: con esta pregunta se pretende conocer los razonamientos de los estudiantes sobre porqué dos objetos que tienen la misma masa pueden flotar o hundirse si se modifica su forma.

Tabla 6. Resultados de los estudiantes a la pregunta 2

Categoría	Desempeño	Aplicación inicial		Aplicación final	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Flotación en relación a la forma del objeto	Satisfactorio	5	22,77%	17	77,27%
Flotación por ser liviano	Parcial	7	32,81%	0	0,00%
Flotación en relación al peso	Insatisfactorio	7	32,81%	5	22,73%
Flotación en relación a causas externas	Deficiente	2	9,09%	0	0,00%
	NS/NR	1	4,54%	0	0,00%

Fuente: elaboración propia (2018).

En esta pregunta el 22,77% de los estudiantes considera que la arcilla flota debido a la forma que tiene, el 32,81% por ser más blanda o liviana que otros objetos, el 32,81% porque tiene menos peso que otros objetos, el 9,09% asocia la flotación al efecto de otras sustancias no mencionadas en el problema y el 4,54% no responde la pregunta. Esto hace posible evidenciar que más del 50% de los estudiantes asocia la capacidad de flotar o hundirse con el peso y no con la densidad.

Posterior a implementar la secuencia didáctica y en particular del laboratorio 5, en el que los estudiantes diseñaron una estrategia para calcular la densidad de una canica, es posible apreciar un incremento de hasta el 77,27% en las respuestas de nivel satisfactorio. Lo anterior permitiría afirmar que, con el uso de la indagación como estrategia de enseñanza, el 65,62% de los estudiantes ya no asocia la densidad con el peso y el 18,18% de los que se encontraba en niveles insatisfactorio y deficiente pasaron al satisfactorio. Esto se corroboró por medio de la prueba de hipótesis cuyo valor $p = 0,0003$.

Pregunta No 3: interroga a los estudiantes sobre cuál de los estados físicos de la materia tiene la capacidad de fluir, con el fin de determinar si se atribuye esta posibilidad sólo a los líquidos o sólo a los gases.

Tabla 7. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 3.

Categoría	Desempeño	Aplicación inicial		Aplicación final	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Capacidad de fluir en líquidos y gases	Satisfactorio	1	4,55%	16	72,73%
Capacidad de fluir en líquidos o en gases	Parcial	20	90,91%	6	27,27%
Capacidad de fluir en sólidos	Insatisfactorio	0	0,00%	0	0,00%
Incapacidad de fluir de las sustancias	Deficiente	1	4,55%	0	0,00%

Categoría	Desempeño	Aplicación inicial		Aplicación final	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
	NS/NR	0	0,00%	0	0,00%

Fuente: elaboración propia (2018)

En esta pregunta el 4,55% de los estudiantes atribuyó tanto el agua de la botella como al gas de dentro del globo la capacidad de fluir. Por su parte, el 90,91% consideró que solo el agua de la botella o el gas de dentro del globo pueden fluir y un 4,55% cree que ninguno puede hacerlo porque son diferentes. Esto deja en evidencia las concepciones alternativas de los estudiantes frente a esta capacidad de algunos objetos, pues en su gran mayoría piensa que sólo lo hacen los gases. Posterior a la implementación de la secuencia didáctica, el porcentaje de estudiantes que atribuye esta posibilidad a gases y líquidos pasó del 4,55% al 73,72%. Con la estrategia de enseñanza basada y en la indagación y con el desarrollo de laboratorio tres, los estudiantes exploraron características de cuatro sustancias en diferentes estados, haciendo uso de la estrategia P-O-E (predecir, observar y explicar). De esta manera el porcentaje de estudiantes que le atribuía solo al estado líquido o al gaseoso esta capacidad, disminuyó notablemente (del 90,91% al 27,27%). Lo anterior se pudo comprobar a través de la prueba de hipótesis cuyo valor para p fue de 0,00000341 por debajo de 0,05.

Preguntas No 4 y 5: busca conocer las ideas de los estudiantes con relación a qué le sucede al volumen de un líquido cuando pasa de un recipiente a otro y qué características cambian.

Tabla 8. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 4

Categoría	Desempeño	Aplicación inicial		Aplicación final	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Conservación del volumen	Satisfactorio	3	13,64%	19	86,36%

Categoría	Desempeño	Aplicación inicial		Aplicación final	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Conservación del volumen y variación del espacio	Parcial	5	22,73%	3	13,64%
Variación del volumen por la forma del recipiente	Insatisfactorio	7	31,82%	0	x0,00%
Variación del volumen sin justificación	Deficiente	7	31,82%	0	0,00%
	NS/NR	0	0,00%	0	0,00%

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla 9. Respuestas de los estudiantes a la pregunta 5.

Categoría	Desempeño	Aplicación inicial		Aplicación final	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Conservación del volumen y variación de la forma	Satisfactorio	6	27,27%	20	90,91%
Conservación del volumen y variación de la posición	Parcial	7	31,82%	2	9,09%
Variación del volumen sin explicación	Insatisfactorio	6	27,27%	0	0,00%
Variación del volumen por el material del recipiente	Deficiente	3	13,64%	0	0,00%
	NS/NR	0	0,00%	0	0,00%

Fuente: elaboración propia (2018).

En las respuestas a estas dos preguntas es posible evidenciar que el 13,64% considera que al pasar un líquido de un recipiente a otro el volumen se conserva, el 22,73% consideró que el volumen se conserva y cambia la forma del agua. Por su parte, el 31,82% de los estudiantes afirma que al pasar un líquido de un recipiente a otro el volumen disminuye, debido a que el envase es más ancho. Finalmente, un 31,82% afirma que el volumen varía, pero no explica por qué. Es evidente que los estudiantes asocian el volumen con la capacidad del recipiente que lo contiene. Posterior a la implementación de la secuencia didáctica, fue posible evidenciar que el número de estudiantes que consideraba que al pasar un líquido de un recipiente a otro más ancho el volumen disminuye, decreció del 63,64% al 0,00%. Esto es atribuible a que en las actividades experimentales realizadas en el laboratorio 4, los estudiantes tuvieron la posibilidad de pasar agua de una probeta a un vaso de precipitado y observar la conservación de la cantidad. Lo anterior evidencia un incremento estadísticamente significativo de acuerdo a la prueba de hipótesis alternativa, donde $p = 0.00000141$ menor que $\alpha = 0,05$

Con relación a la pregunta 5, el 27,27% de los estudiantes consideraba que, al pasar un líquido de un recipiente a otro más ancho, la característica que cambia es la forma y el volumen se conserva, por su parte el 31,82% asocia la forma con la posición y considera que esto cambia. El 40,91% de los estudiantes no responde a la pregunta y afirma que el volumen del agua varía por el material del recipiente. Con la implementación de la secuencia, el porcentaje de estudiantes que consideraba que varía la forma y no el volumen aumentó del 27,27% al 90,91%, lo que se explica por las actividades experimentales de indagación, realizadas en el laboratorio 4. Al efectuar el análisis estadístico de los datos posterior a la secuencia, se observó un incremento estadísticamente significativo en las respuestas satisfactorias; es decir, se cumple la prueba de hipótesis alternativa, pues $p = 0,0000176$ es menor que $\alpha = 0,05$.

Preguntas No 6 y 7: pretende determinar si los estudiantes pueden calcular el volumen de un líquido y de un objeto, como una propiedad de la materia usando instrumentos de laboratorio.

Tabla 10. Respuestas de los estudiantes a las preguntas 6 y 7

Categoría	Desempeño	Aplicación inicial		Aplicación final	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Cálculo del volumen con una probeta con uso de unidades	Satisfactorio	7	31,82%	19	86,36%
Cálculo del volumen con una probeta, sin uso de unidades	Parcial	6	27,27%	3	13,64%
Volumen depende de la flotación	Insatisfactorio	1	4,55%	0	0,00%
Volumen depende del peso	Deficiente	6	27,27%	0	0,00%
	NS/NR	1	4,55%	0	0,00%

Fuente: elaboración propia (2018)

Frente a estas preguntas, el 31,82% de los estudiantes, consideró que sí es posible determinar el volumen del tornillo con la probeta observando cuántos mililitros se desplaza el agua hacia arriba, este mismo porcentaje de estudiantes calculó acertadamente el volumen del tornillo. Por su parte el 27,27% de los estudiantes, aunque consideró que sí era posible determinar el volumen del tornillo porque el agua se desplazaba hacia arriba, no logró determinar con exactitud el volumen del mismo. Un 31,82% de los estudiantes cree que el volumen del tornillo depende de su posibilidad de flotar y de su peso. Lo anterior deja ver cómo un alto número de estudiantes logra calcular el volumen de ciertos objetos, con instrumentos de laboratorio como la probeta. En las respuestas de los estudiantes a la prueba final, se observa cómo el número de estudiantes que no podía determinar el volumen del tornillo disminuye del 27,27% al 13,64% y el número de estudiantes que no consideraba posible calcular el volumen del tornillo pasa del 31,82% al 0,00%. Lo anterior representa un incremento estadísti-

co significativo, de acuerdo a la prueba de hipótesis alternativa, donde $p = 0,000233$ menor que $\alpha = 0,05$.

Pregunta 8: pretende identificar las ideas de los estudiantes acerca de la dureza como una propiedad física de la materia.

Tabla 11. Respuestas de los estudiantes frente a la pregunta 8

Categoría	Desempeño	Aplicación inicial		Aplicación final	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Deformación con relación a la dureza	Satisfactorio	6	27,27%	17	77,27%
Deformación con relación a la elasticidad	Parcial	8	36,36%	2	9,09%
Deformación de sólidos	Insatisfactorio	0	0,00%	0	0,00%
Imposibilidad de deformación	Deficiente	1	4,55%	0	0,00%
	NS/NR	7	31,82%	3	13,64%

Fuente. Elaboración propia (2021)

Las respuestas de los estudiantes frente a esta pregunta, dejan ver que el 27,27% considera inicialmente que un objeto de arcilla se deformaría por ser más blando que los demás. Por su parte el 36,36% de los estudiantes considera que se deforma el resorte porque se estira y encoge. Por su parte el 4,55%, considera que ninguno se deforma y el 31,82% no responde la pregunta. Las respuestas dadas por los estudiantes dejan en evidencia cómo muchos de ellos no conciben la elasticidad como una propiedad de la materia y, la capacidad del resorte de estirarse y encogerse, es sinónimo de deformación. Con las actividades de la secuencia didáctica, los estudiantes tienen la posibilidad de experimentar las características de diversas sustancias y objetos

como arcilla, plastilina, caucho, entre otros. Estas actividades permitieron aumentar el porcentaje de estudiantes que logra establecer diferencias entre dureza y elasticidad, pasando de un porcentaje del 27,27% a 77,27% de los estudiantes. El anterior incremento estadístico resulta significativo, de acuerdo a la prueba de hipótesis alternativa, donde $p = 0,000899$ muy por debajo de $\alpha = 0,05$.

Conclusiones

Teniendo en cuenta la experiencia de diseño e implementación de una secuencia didáctica para comprender el concepto estructurante de materia y sus propiedades, desde un enfoque de enseñanza basado en la indagación, en grupo de 22 estudiantes de grado quinto de la Institución Educativa Isaías Gamboa de la ciudad de Cali, es posible concluir que:

1. El cuestionario inicial permitió conocer las ideas previas, concepciones alternativas y dificultades que los estudiantes presentan frente a comprensión del concepto estructurante de materia y sus propiedades. Estas concepciones, en concordancia con lo que han planteado diversos investigadores en didáctica de las ciencias, representan el punto de partida para el diseño de situaciones de enseñanza.
2. El diseño de una secuencia didáctica, desde un enfoque de enseñanza basado en la indagación pone al estudiante como centro del proceso de aprendizaje. Cuyo punto de partida es el planteamiento de sus hipótesis y la contrastación de las mismas a través de actividades de experimentación. En este sentido, la propuesta de Melina Furman y María Eugenia Podestá sobre el diseño de secuencias didácticas fue un gran aporte para esta investigación.
3. La implementación de la secuencia didáctica, brindó a los estudiantes situaciones de aprendizaje para promover la comprensión del concepto estructurante de materia y sus propiedades. Esto se pudo comprobar a través de las respuestas que los estu-

diantes dieron a las preguntas en la prueba final; así como, los incrementos estadísticos evidenciados al contrastar a través de la prueba de hipótesis.

4. El enfoque de enseñanza basado en la indagación representa una innovación en la enseñanza de las ciencias, en la medida que deja de lado el papel magistral del docente y lo convierte en un orientador, quien, a través de preguntas, lleva al estudiante a experimentar y comprender conceptos científicos. En esta vía,
5. la experimentación permite a los estudiantes verificar sus hipótesis inicialmente planteadas.
6. Al contrastar las respuestas obtenidas en las pruebas en un momento inicial y final, se puede concluir que las actividades realizadas favorecieron el aprendizaje del concepto estructurante de materia y sus propiedades.

Recomendaciones

Se hace necesario el uso e incorporación de los recursos que ofrecen las Tecnologías de la Información y Comunicación TIC, para la construcción y comprensión del concepto estructurante de materia y sus propiedades. En este propósito podría utilizarse la plataforma de simulaciones interactivas PhET y así promover la gamificación y la interactividad con los estudiantes.

El uso de simulaciones, como instrumentos para resolver una actividad, favorece el aprendizaje dado que introduce cambios respecto a la motivación y a los procesos cognitivos de los estudiantes. En particular, las simulaciones ayudan a la visualización y comprensión de los modelos físicos y de los conceptos, relaciones y procesos subyacentes. Se deben utilizar modelos virtuales que permitan la visualización del carácter dinámico de la materia, la medición de sus parámetros y pongan al estudiante en interactividad con el fenómeno mostrando una relación causa – efecto (Tamayo, 2015).

Referencias bibliográficas

- Cañal, P. García-Carmona, A. & Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Chang, R. College, W. (2002). *Química 7ª Edición*. México: Editorial Mc. Graw Hill, Interamericana Editores, Cap, 1, 9-13.
- Díaz-Barriga, Á. (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*, México: Editorial UNAM, 10(04), 1-15.
- Furman, M., & Podestá, M. E. (2009). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Argentina: Aique Grupo Editorial.
- Furman, M. (2012). *Orientaciones técnicas para la producción de secuencias didácticas para un desarrollo profesional situado en las áreas de matemáticas y ciencias*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, pp. 30-35.
- Galfrascoli, A. (2014). Un acercamiento a la noción de conceptos estructurantes en el Profesorado de Educación Primaria. *Aula Universitaria*, pp. 42-55.
- Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación en química*, pp. 106-110.
- Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista iberoamericana de educación*, 42.
- Henoa García, J., & Tamayo Alzate, Ó. E. (2013). Enseñanza y aprendizaje del concepto naturaleza de la materia mediante el aprendizaje basado en problemas. En: *Uni-Pluriversidad*, 14(3), pp. 25-45.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). (2015). *Descripción de los niveles de desempeño en ciencias naturales para grado quinto*. Bogotá: Grupo de procesos Editorial-ICFES.
- Intel Educar, (2005). *Manual Curso de Capacitación del Modelo de Aprendizaje por Indagación*. San José, Costa Rica: Programa Intel® Educar.

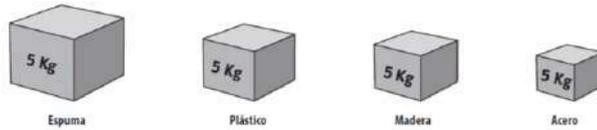
- Micolta, O. M. (2017). *Secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje del enlace químico en estudiantes de grado 10 de la I.E.T.I. España del Municipio de Jamundí*. Cali Colombia: Universidad Icesi.
- Mineducación. (2004). *Estándares Básicos de Competencias Ciencias Naturales y Sociales*. Bogotá: 2005. 11-18
- Mineducación. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales*. Bogotá: 2016. 19-20
- Muñoz Quintero, A. M. (2014). *La indagación como estrategia para favorecer la enseñanza de las ciencias naturales*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 24-26
- Narváez Burgos, I. (2014). *La indagación como estrategia en el desarrollo de competencias científicas, mediante la aplicación de una secuencia didáctica en el área de ciencias naturales en grado tercero de básica primaria*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 79-93.
- NRC, National Research Council, (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, D.C: National Academy Press.
- Reyes-Cárdenas, F., & Padilla, K. (2012). *La indagación y la enseñanza de las ciencias*. *Educación química*, pp. 415-421.
- Revel Chion, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P., & Adúriz-Bravo, A. (2005). *Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar*. *Enseñanza de las Ciencias*. pp. 2-4
- Rivas Marín, M. I. (2013). *Enseñanza de las ciencias basada en indagación*. Cali Colombia: Programa pequeños científicos. Universidad ICESI.
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Editorial McGraw Hill.
- Tamayo, L. H. (2015). *Construcción del concepto de onda utilizando un modelo virtual*. Madrid: Editorial Academica Española.

ANEXO 1: CUESTIONARIO.

Estudiante: _____ **Grado:** _____

Estimado estudiante a continuación encontraras un cuestionario compuesto por 8 preguntas. Con este se pretende conocer lo que sabes acerca de la materia y sus propiedades.

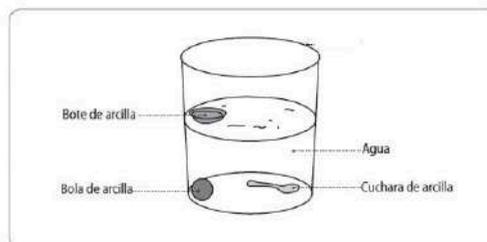
1. Los siguientes cubos tienen distinto tamaño pero poseen la misma masa.



Si se construyen cuatro patos del mismo tamaño con estos materiales. ¿Cuál de los patos crees que tendrá mayor masa? Explica tu respuesta

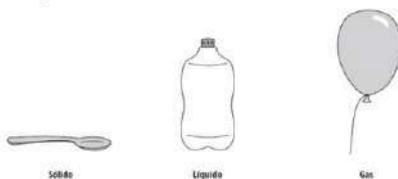


Un grupo de estudiantes de grado quinto realizó un experimento de flotación o hundimiento. Para ello colocaron tres objetos del mismo material y masa. El siguiente diagrama muestra los resultados del experimento.



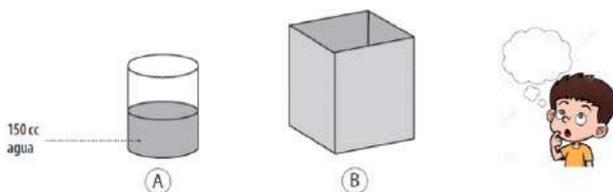
2. ¿A qué crees que se debe que el bote de arcilla flote?

Los objetos de la imagen representan tres estados de la materia.



3. ¿Cuál de estos tres objetos poseen la capacidad de fluir? Explica tu respuesta

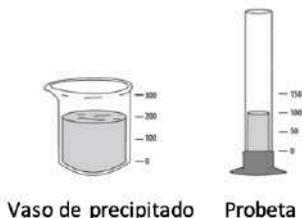
El siguiente diagrama muestra dos envases A y B. El envase A contiene 150 cm³ de agua y el envase B está vacío. Con base en esta información responde las preguntas 4 y 5.



4. Si toda el agua del envase A se vierte en el envase B ¿Qué le sucederá al volumen del agua?

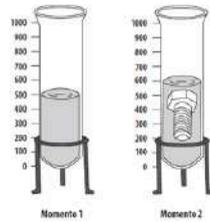
5. Si toda el agua del envase A se vierte en el envase B ¿Qué característica del agua cambiará?

En la imagen observas un vaso de precipitado y una probeta. Dos recipientes que se utilizan comúnmente en el laboratorio para medir líquidos.



6. ¿Cuál es el volumen de los líquidos que se encuentran en el vaso de precipitado y en la probeta? _____

En el dibujo observas la misma probeta en dos momentos distintos.



7. De acuerdo a la imagen ¿es posible determinar el volumen del tornillo? ____
De ser posible ¿cuál es el volumen del tornillo? _____

Si presionas con fuerza con los dedos sobre los siguientes objetos.



Piedra



Balde de arcilla



Resorte

8. ¿Cuál o cuáles objetos se deformará (n)?

Escribe lo que para ti es la materia.

LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN COLOMBIA DESDE LAS TIC

Conservation of archaeological heritage in Colombia from the perspective of ICTs

Maribel Deicy Villota-Enríquez

Universidade Federal de São Carlos.

São Paulo. Brasil

© <https://orcid.org/0000-0001-7183-9311>

✉ mares-696@hotmail.com

Dora Alexandra Villota Enríquez

Universidad Andina Simón Bolívar. Ecuador

© <https://orcid.org/0000-0001-6265-258X>

✉ alexhist@hotmail.com

Resumen. El estudio de la conservación del patrimonio arqueológico en Colombia ha sido un tema relevante en las últimas décadas. Técnicas y tecnologías, se han incorporado por medio de las TIC al campo de la arqueología, buscando fortalecer los procesos de apropiación social e histórica. No obstante, en Colombia según Langebaek (2003, p. 260), se cuestionan en la arqueología dos mitos importantes de la disciplina, el primero, que en el país no se ha producido “conocimiento teórico”, y el segundo, que el campo científico se mantiene inmerso en ideas foráneas producto de su anclaje remoto a ideas mediadas del siglo XX. En medio de este debate, han surgido iniciativas que, en favor de la cultura, presentan propuestas como la creación de sitios web o aplicativos interactivos,

Cita este capítulo

Villota-Enríquez, M. D. y Villota Enríquez, D. A. (2022). La conservación del patrimonio arqueológico en Colombia desde las TIC. En: Villota Enríquez, J. A.; González Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. científicos). *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*. (pp. 109-125). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

la virtualización de museos y la proyección de modelos sintéticos de terreno en 3D. En esta dirección, el objetivo principal de este artículo es caracterizar cómo se ha venido construyendo la conservación del patrimonio arqueológico en Colombia desde las TIC. La metodología utilizada es descriptiva, y se emplearán como fuentes primarias los archivos históricos y documentales más relevantes respecto a la implementación de las TIC en el campo de la arqueología tecnológica.

Palabras clave: arqueología, TIC, conservación, patrimonio, Colombia.

Abstract. The study of the conservation of archaeological heritage in Colombia has been a relevant topic in recent decades. Techniques and technologies have been incorporated through ICT into the field of archeology, seeking to strengthen the processes of social and historical appropriation. However, in Colombia according to Langebaek (2003, p. 260), two important myths of the discipline are questioned in archeology, the first one is that 'theoretical knowledge' has not been produced in the country, and the second one, that the scientific field remains immersed in foreign ideas because of his remote anchorage to mid-20th century ideas. In the middle of this debate, initiatives have emerged in favor of culture, presenting proposals such as the creation of websites or interactive applications, the virtualization of museums and the projection of synthetic models of terrain in 3D. In this direction, the main objective of this article is to characterize how the conservation of the archaeological heritage in Colombia has been built from the ICT. The methodology used is descriptive, and the most relevant historical and documentary archives regarding the implementation of ICT in the field of technological archeology will be used as primary sources.

Keywords: archeologist, TIC, conservation, heritage, Colombia.

Introducción

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), han causado un gran impacto en el mundo de la ciencia y la tecnología. En los países desarrollados, la mayor parte de la población, tiene las TIC incorporadas a su vida cotidiana, es decir, que la mayoría son “informáticamente alfabetos” (Jacovkis, 2011, p. 1). Sin embargo, en América Latina, la brecha digital aumenta la desigualdad y la inequidad (Enríquez et al., 2017, p. 746). Soluciones básicas cuantificables como el número de computadores por habitante, no resuelven los problemas subyacentes de conexión a internet o el aprendizaje de programas estándares específicos. A todo esto se suma, que los nuevos desafíos tecnológicos implementados por los Estados, no parecen estar del lado de lo cultural, sino más bien del lado de la adquisición de recursos materiales (Vinck, 2013, p. 54).

Frente a este panorama de desigual distribución, debilidad institucional y limitados niveles de educación, los países de América Latina y el Caribe, han desplegado estrategias para incentivar el uso masivo de las TIC en áreas diversas del desarrollo económico y social. El despliegue de infraestructura digital, aún continúa acelerándose en medio del propósito de avanzar a la transición hacia una sociedad de la información más consolidada (Peres y Hilbert, 2009, p. 5). Este espacio materializado por el internet o también conocido como ciberespacio, ha servido de soporte como herramienta didáctica, en el aprendizaje de un conocimiento producido para el consumo virtual de un público específico, en otras palabras, aquellos que pueden acceder a los recursos tecnológicos.

En el ámbito de museos, galerías de arte, exhibiciones u otras muestras culturales, las tecnologías han sido, en las últimas décadas, incorporadas de manera innovadora. Sin embargo, las políticas de la información y la seguridad en el ciberespacio, particularmente en las plataformas virtuales educativas son tema aún reciente en América Latina y el Caribe, donde el 50% de las universidades cuenta ya con una plataforma virtual. En Colombia, tanto el Gobierno como las ins-

tituciones educativas, han trabajado en el liderazgo de campañas de integración tecnológica en la educación del país (Villota, J; Villota, M y Gonzales, 2018, p. 152). Esta iniciativa ha suscitado que se cuente con puntos digitales de acceso a internet en parques, universidades, bibliotecas y otros espacios públicos. El esfuerzo apenas está siendo impulsado en el país, puesto que la mayor parte de área de cobertura, aún es deficiente, sobre todo en regiones como el Chocó.

Figura 1. Implementación de zonas wifi de acceso libre en Colombia.



Fuente: Departamento Nacional de Planeación (2017).

El tema de la apropiación tecnológica en Colombia, se ha convertido en un reto para que varios grupos sociales, puedan adjudicarse la producción de sus propios conocimientos locales y saberes particulares ancestrales en el caso de los indígenas, afros, campesinos y gitanos. Esto ha permitido la creación propia de emisoras de radio, portales web, blogs, canales de video y divulgación de contenidos por medio de redes sociales como Facebook, Twitter e Instagram. Esta información digital producida, es actualmente un banco de datos de información de primera mano, pues se puede encontrar en los espacios virtuales, mensajes de denuncia, visibilidad, reconocimiento, o cualquier otro, que bien pueden ser estudiados a futuro, como otras formas de producción del conocimiento científico.

Marco Teórico

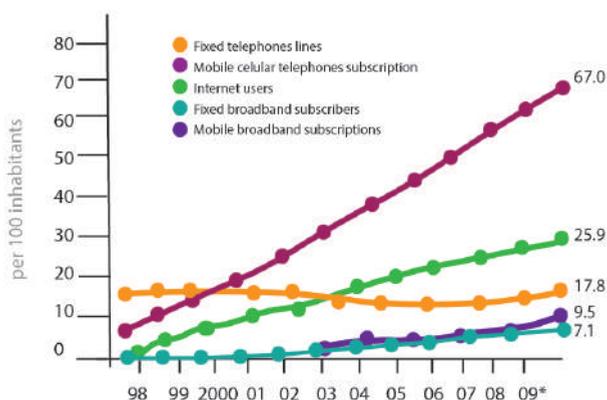
Hace aproximadamente dos décadas, la apropiación de recursos informáticos en la arqueología, consolidó un nuevo espacio de conservación del patrimonio. La aplicación de las TIC propiamente establecida, inició con los primeros proyectos de modelados sintéticos en 3D y la simulación de la realidad virtual de lugares de prospección arqueológica (Monford, 2006, p. 87). La elaboración de modelos informáticos de apoyo a la investigación y la interpretación del patrimonio, dieron paso a la expresión de arqueología virtual acuñada en los años noventa, en pleno siglo XX, donde también surgió la llamada ‘ciberarqueología’, un proceso de reconstrucción y simulación digital en el que se interpretaba y comunicaba el patrimonio frente al surgimiento de estrategias de apropiación y divulgación (Rivero, 2011, p. 17).

Sin embargo, el uso masivo de las TIC también ha generado transformación, sobre todo en campos del conocimiento científico, como el caso de la arqueología, donde han surgido interrogantes como: ¿Será que este tipo de herramientas tecnológicas como la documentación científica por imágenes y banco de datos informatizados, pueden contribuir a los procesos de documentación, intervención y preservación de los bienes culturales? ¿Cómo las herramientas de dispersión de la información pueden ser cooptadas como aliadas para la divulgación y el reconocimiento del patrimonio cultural? ¿Cómo estas herramientas pueden ser accesibles en un mundo que al contrario de lo que imaginamos, se encuentra en distintos niveles de acceso tecnológico? En una sociedad como la nuestra, que tiende hacia la idea de capitalismo, la destrucción de la memoria es una consecuencia de la necesidad cada vez mayor de lo nuevo, lo inmediato, lo descartable, lo consumible y el espectáculo. En palabras de Adorno, estamos arrojados a una sociedad contemporánea cada vez más negada al individuo, a los presupuestos de su formación, a la masificación cultural que inviabiliza la singularidad, a la diferencia y a la identidad en un contexto de exposición mediática (Froner, 2012, p. 89).

En países como Colombia, las TIC se han incentivado como un proyecto social y económico en aras de generar impactos positivos en la productividad, innovación y el acceso a la información. Este objetivo a largo plazo, pretende fomentar un crecimiento económico y reducir así la desigualdad social (MinTic, 2018, p. 1), donde en algunas regiones, lo tan siquiera apremiante, no es la conectividad misma. Hoy, se mantienen estratégicamente en el fomento de las TIC, cuatro ejes estratégicos principales: 1) un entorno TIC para el desarrollo digital; 2) inclusión social digital; 3) ciudadanos y hogares empoderados del entorno digital; y 4) transformación digital y sectorial, en el marco de Plan Nacional de Desarrollo (MinTic, 2018, p. 1).

En Latinoamérica, el desarrollo de las TIC y el fomento de políticas públicas, no ha sido parejo. En Colombia, por ejemplo, solamente el 26% de la población que usa internet, lo hace para formarse o capacitarse a través de plataformas o contenidos educativos (MinTic, 2018, p. 48). Se observa entonces, un incremento sostenido de la intromisión de los servicios móviles y el uso del internet de banda ancha (Regalado y Sifuentes, 2010, p. 1), mientras la desigualdad es evidente en medio de la relación de quienes tienen recursos para adquirir sus tecnologías, y los que aún se encuentran rezagados en medio de la miseria.

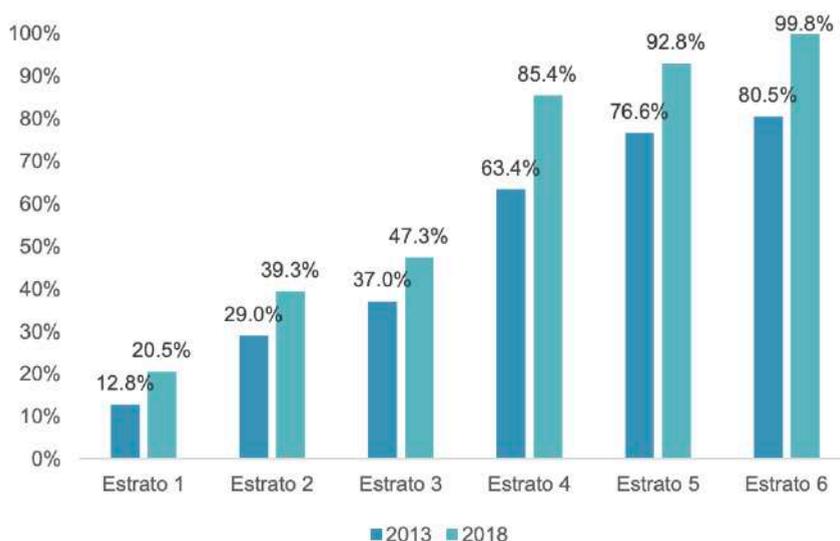
Figura 2. Acceso a TIC a nivel mundial.



Fuente: Regalado y Sifuentes (2010, p. 2).

Colombia ha experimentado, una expansión frente al consumo de los servicios de internet y el acceso a la banda ancha. Pero a pesar de que la curva de expansión para el país es favorable, aún se evidencia una división marcada del acceso a los recursos tecnológicos. Las estratificaciones sociales dan cuenta de ello, siendo las clases sociales menos favorecidas, las más perjudicadas. Nótese así, que desde el 2013 hasta el 2018, el mayor porcentaje de personas que accedieron a una conexión de internet fija, fue la población más acomodada del país. En instituciones públicas, prevalece el fortalecimiento de políticas encaminadas a la apropiación tecnológica de los recursos informáticos. Las escuelas, colegios, universidades y dependencias institucionales, han instaurado espacios digitales de uso libre, para que pueda haber una mayor inclusión, pero debido a la proyección del número de conexiones por área, esta señal cae o es simplemente nefasta.

Figura 3. Internet fijo por estratos en Colombia.



Fuente: MinTic (2018, p. 32).

En términos estadísticos, esta relación es compleja. En Colombia debe abrirse una discusión frente al tema de la virtualización del patrimonio, encaminada a pensar a dónde se apunta el contenido digital pro-

ducido, pues estamos frente a dos escenarios bastante interesantes: 1) la recepción de la información digital en términos de quienes son los consumidores, y 2) la amenaza latente del deterioro o destrucción del patrimonio en términos de un rescate digital en bancos de datos informáticos. Estas cuestiones no son fáciles de pensarse hoy, a la luz de un país que está en una etapa primaria de conexión, en la que factores como la estratificación social, la pobreza, la desigualdad y la inequidad, son cada día factores más visibles.

En medio de todo este panorama, Colombia se encuentra con la intencionalidad de conservar el patrimonio arqueológico desde las TIC, aunque exista una desconexión crítica en los terrenos del campo conceptual entre la arqueología y la historia. Esta conexión es importante, porque establece relaciones de apropiación en términos de identidad cultural, costumbres y particularidades propias de algunas regiones, que hoy no fomentan su cultura por desconocimiento de la misma. Además, a todo esto, se suma que los arqueólogos rara vez se ven como historiadores y frente a esto, la arqueología se ha anclado al marco teórico de la antropología (Langebaek, 2004, p. 111), en un discurso que se desborda del tema científico.

El carácter de científicidad que ha surgido en el campo de arqueología, no será profundizado en este artículo. No obstante, es innegable que, en medio de la disputa por acercarse a las ciencias naturales, la arqueología ha creado nuevos discursos encaminados al fortalecimiento de la tecnologización, no solo de los resultados presentados, sino de las formas de enseñanza y aprendizaje que hoy se dictan en algunas universidades públicas del país. Debates como estos, son todavía prematuros, y descansan en el regazo, donde algunos científicos disputan la disparidad entre el campo de la arqueología material y la arqueología inmaterial. Instaurar un marco dialógico entre estas secularidades, sería lo más próximo a pensarse en términos de una arqueología interdisciplinar, que integre al individuo en la historia. Afortunadamente este hecho, ya se está dando con los nuevos trabajos investigativos que se están dando en el país.

El uso de las TIC en la arqueología se debate en Colombia, a la luz de la reconstrucción de conceptos claves tales como: conservación, patrimonio, divulgación, preservación y la disputa de la interdisciplinariedad. Frente a este panorama, una gran parte de países de América Latina, ha optado por neutralizar este debate, haciendo uso de la visibilización de antigüedades indígenas, para la elaboración de discursos patrióticos y nacionales sobre el pasado prehispánico, que empieza a emerger a mediados del siglo XIX y se consolida en las prácticas arqueológicas profesionales durante el siglo XX (Piazzini, 2012, p. 18). Para el caso de Colombia, la exacerbación de lo prehispánico, sigue el mismo patrón.

Discusión y resultados

En países como México y Perú, la arqueología se constituyó como una práctica eficaz de proyectos nacionales y discursos sobre el pasado, anclados en el imaginario sobre el origen de las naciones, incluso desde épocas precolombinas (Piazzini, 2012, p. 18). En Colombia, la orfebrería prehispánica se destacó por los desarrollos técnicos y la variedad de estilos, adjudicándose así la identidad nacional en el afán por apropiarse la cultura material junto con el imaginario cultural. Sin embargo, el saqueo, la gaaquería y el desentierro oportunista de la cultura material indígena en algunas zonas del país, deterioró el espectro de la historia de las culturas colombianas. Hoy se sabe que, cientos de objetos, en su mayoría de origen indígena, fueron mercantizados o forman parte de colecciones privadas y públicas de arte precolombino en el país y el exterior. Nos encontramos frente al desconocimiento en parte de nuestra cultura, de una clasificación y legitimación de ciertas etapas de la historia colombiana, que son solo próximas (Frassani y Morales, 2019, p. 215).

En Colombia, figuras de indígenas, animales, plantas y piezas arqueológicas encontradas a lo largo del territorio se han explotado con la finalidad de exacerbar lo nacional. Esto se ha reforzado desde el campo de la arqueología, al ser las imágenes un recurso para exponer varios protocolos de investigación. La observación de artefactos, sus formas



Fuente: Piazzini (2012, pp. 16-17).

Frente a todo este panorama, las TIC han entrado a formar parte en el campo de la arqueología, de una reconfiguración esquemática de formas de acceder al patrimonio y la preservación del mismo. Entre la amplia diversidad de documentos nuevos, son válidas hoy la implementación de técnicas como (Vega, 2013, p. 95):

- Modelación en 3D utilizando renderizadores, donde por medio de la captura de puntos de gran densidad, se obtiene un modelo del objeto.
- Escenarios de realidad virtual generados por modelos tridimensionales, simulando en tiempo real la sensación de imagen al usuario.
- Escenarios de realidad aumentada, donde los modelos informatizados se configuran a partir de la combinación de elementos

virtuales y reales, accesibles por medio de móviles, tabletas o teléfonos inteligentes.

- Fotografías panorámicas circulares de 360° del giro completo en eje vertical, que capturan un espacio total fijo, consiguiendo simular que el objeto está rotando.
- Fotografías esféricas de 360° de giro completo en eje vertical y eje horizontal, que permiten recorrer la imagen de izquierda a derecha y de arriba abajo, produciendo una sensación envolvente de fotografiado.

A todas estas metodologías, se suman las técnicas de caracterización físicas y químicas en el estudio de terrenos, suelos y muestras. Estos análisis permiten mostrar resultados próximos en términos de documentación técnico-científica, que describen más a fondo, la historia subsecuente que rodea el objeto u hallazgo (Cortés, 1984). En el ámbito tecnológico, la utilización de estas técnicas, se complementa recientemente en Colombia con el análisis de muestras, destacándose técnicas como la micromorfología, arqueometría, difracción de rayos X, fluorescencia, microscopia SEM y TEM, espectrofotometría, y otras. Estos análisis, son hoy el horizonte para entender temas como la preservación de los artefactos tecnológicos, el deterioro de las piezas cerámicas o la probabilidad de reconstrucción de patrones que amplían el espectro de una pieza y el terreno.

De este nuevo surgir de la arqueología, se retroalimentan las TIC. Desde la *teoría del alcance medio* de Binford, donde los datos arqueológicos eran tomados como empíricos, hasta la *introducción de la teoría de los sistemas*, a través de la teoría de la información de Asbhy y Clark donde la cultura es un sistema de información, la ciencia empezó a formar parte en la construcción del campo arqueológico (Corrales y De Cáceres, 1989). Al día de hoy, se pueden encontrar trabajos relacionados con la arqueología sobre estudios de arqueobotánica a partir de análisis antracológicos en el estudio de los carbones de la madera encontrados en los yacimientos, contribuyendo a la documentación de la florística del medio patrón (Sonsoles de Soto y Reyes de Soto, 2012),

o también, estudios arqueométricos en los que se utilizan técnicas químicas y mineralógicas, para identificar la procedencia de arcillas elaboradas por medio de cocción a raíz de las cerámicas antiguas.

El apego que hoy desarrolla el campo de la arqueología con la tecnología, se circunscribe a la consolidación de un nuevo paradigma. Esta relación es más notoria, cuando por ejemplo encontramos estudios de materias primas, herramientas líticas y análisis de suelos arqueológicos que utilizan como métodos de caracterización la difracción de rayos X, la microscopía electrónica de barrido, y otras técnicas, hoy de suma importancia, para datar un objeto o sitio específico (Almeida y Tarazona, 2018).

La aproximación de los campos de la física y la química en relación con los avances que la arqueología ha suscitado en los últimos años, es innegable. No obstante, la reflexión de este artículo aboga por el diálogo de saberes interdisciplinarios que consoliden el campo de la arqueología hacia una nueva etapa de visibilización del conocimiento científico. El uso de TIC se consolida en la relación ciencia – arqueología. Relación que empieza a construirse como una figura estrecha, desde los descubrimientos datados y caracterizados de una cultura a escala técnico-científica. El anclaje que hoy tiene la arqueología en Colombia al campo social y humanístico, puede explotarse en el cuestionamiento no del tema técnico-científico, sino más bien en la consolidación de un banco de datos de la información, que sirva a los grupos sociales a entender los orígenes de su historia. Este reto es más humanizante, si pensamos que, en el país, la escasez de recursos tecnológicos puede verse remplazada por otros tipos de oportunidades de igual envergadura tecnológica.

En países en desarrollo como Colombia, las herramientas digitales proyectadas a disminuir la brecha de desigualdad, se siguen relegando a la margen de estadísticas que generan proyecciones a largo plazo. Dentro de estas aproximaciones, se avanza lentamente hacia metas que no se cumplen por el desgaste de propuestas y un gran conglomerado de personas cansadas de esperar proyectos reales. Cam-

pos en transformación como la arqueología, deberían volcarse a cambiar, aunque sea mínimamente, ciertas realidades que existen en el país. No es que esta tarea no se esté haciendo, pero pueden analizarse oportunidades orientadas a las nuevas generaciones, en la motivación de estudios como la recuperación del patrimonio, la conservación de objetos o sitios arqueológicos, y sobre todo el conocimiento de una historia que, al ser nacional, se generaliza negando otras realidades. Siendo un poco más arriesgados, se podría incentivar a los niños con ayuda de las TIC, a exacerbar el imaginario de arquitectura, los museos, lo antiguo y los artefactos, utilizando cámaras digitales en la inmersión de una nueva realidad.

Adicionalmente, se puede pensar en la consolidación de propuestas ya gestionadas, como el caso de los catálogos en museos abiertos al público de forma libre, manuales arqueológicos que ayuden a dilucidar de manera atractiva los modos de vida de sociedades que habitaron el país durante el periodo prehispánico, (Frassani y Morales, 2019, p. 217), o la inserción de historias novedosas que atrapen al público, desempolvadas de los archivos históricos nacionales. Se podría además sacar provecho de la historia prehispánica, en medio del contraste entre cuál era la población indígena del territorio colombiano en el momento de la conquista, y cuál es el panorama que tenemos hoy (Jaramillo, 1964, p. 240).

Con el uso de las TIC, este proyecto bien podría llegar a consolidarse desde la academia. Y en el trayecto de pensarse el tema de la desigualdad, inequidad y la disputa reciente que el país ha vivido, entre quienes se creen de mejores condiciones sociales y quienes son los desfavorecidos en la secularización de la repartición de poderes políticos, podrían establecerse nuevas particularidades a futuro.

Por otro lado, sí lo que se quiere como intencionalidad, es la exacerbación de la memoria nacional, ésta pudiese verse alimentada por las TIC en el tema de vestigios indígenas precolombinos con figuras de láminas chibchas sobre tunjos y antigüedades neogranadinas como es el caso de Arma en la provincia de Antioquia, y algunas referencias

marginales a la Sierra Nevada en Santa Marta, las ruinas de San Agustín en Neiva y las de Villa de Leiva en Boyacá. No obstante, y aunque este proyecto ya se ha consolidado en varias ciudades importantes del país, existen algunas donde ni siquiera se han incorporado.

La conservación del patrimonio arqueológico en Colombia desde el área de las TIC, se debate entre disputas internas teóricas que ocurren al interior del campo mismo, y las externas que reclaman una transformación de la construcción de realidades nacionales exacerbadas por temas de identidad y cultura. Hoy, las figuras institucionales que salvaguardan el patrimonio nacional, requieren de estrategias tecnológicas para involucrar a las personas en la construcción de la conservación del mismo. Y si, por si eso fuera poco, deben tecnologizarse en la medida que el campo arqueológico y los demás campos del conocimiento científico lo hagan.

Conclusiones

- La conservación del patrimonio arqueológico en Colombia desde las TIC es un tema reciente. No obstante, se vienen implementado estrategias tecnológicas favorables para la conservación del mismo que han dado resultados favorables.
- Soluciones básicas cuantificables como el número de computadores por habitante, no resuelven el problema de conexión a internet o el aprendizaje de programas estándares específicos que fortalezcan el uso de las TIC en relación al tema de conservación y patrimonio.
- Los nuevos trabajos de investigación en arqueología, implementan técnicas de caracterización físicas y químicas en el estudio de terrenos, suelos y muestras. La relación ciencia – arqueología se ha estrechado en la consolidación de nuevos paradigmas.

Referencias bibliográficas

- Almeida, G., y Tarazona, E. (2018). *Estudio de materias primas, herramientas líticas y análisis de suelos en áreas de actividad del sitio arqueológico ubicado en la Hacienda La Fe, Betulia, Santander mediante difracción de Rayos X y microscopía electrónica de barrido*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Corrales, J., y De Cáceres, E. (1989). Metodología y técnicas cuantitativas en Arqueología. *Norba. Revista de geografía*, 1 (8), 195-206.
- Cortés, F. (1984). Clasificación y tipología en Arqueología. El camino hacia la cuantificación. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 9 (1), 327-385.
- Departamento Nacional de Planeación. (2017). *Implementación de zonas wifi de acceso libre*. Bogotá: MinTIC.
- Enríquez, J., Ogécime, M., Enríquez, M., y Valencia, H. (2017). Para uma política de informação no ciberespaço: avanços, perspectivas e desafios. *RDB-CI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 15(3), 736-757.
- Frassani, A., y Morales Cabezas, I. (2019). Hacia una historia del arte prehistórico de Colombia: una aproximación bibliográfica. *H-ART. Revista de historia, teoría y crítica de arte*, (5), 213-240.
- Froner, Y. (2012). Patrimônio Arquitetônico: conceitos contemporâneos, políticas públicas e TICs. *Disegnarecon*, 5 (10), 87-94.
- Jacovkis, P. (2011). Las TIC en América Latina: historia e impacto social. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 6 (18).
- Jaramillo Uribe, J. (1964). La población indígena de Colombia en el momento de la conquista y sus transformaciones posteriores: primera parte. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*; núm. 1 (1964); 239-293.
- Langebaek, C. (2003). Arqueología colombiana: ciencia, pasado y exclusión. *Revista de Arqueología del Área Intermedia*, 5 (1), 259 - 269.
- Langebaek, C. (2004). Historia y arqueología. Encuentros y desencuentros. *Historia Crítica*, (27), 111-134.

- MinTIC. (2018). *Plan TIC 2018 -2022. El futuro digital es de todos*. Bogotá: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Monfort, C. (2006). L'ús de les TIC en la difusió arqueològica a Catalunya: museus, exposicions i jaciments arqueològics. *Treballs d'Arqueologia*, Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, pp. 87-100.
- Peres, W., y Hilbert, M. (2009). *La Sociedad de la Información en América Latina y el Caribe: Desarrollo de las Tecnologías y Tecnologías para el Desarrollo*. Chile: Cepal.
- Piazzini, C. (2012). *Arqueografías: una aproximación crítica a las cartografías arqueológicas de Colombia*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Regalado, F., y Sifuentes, W. (2010). Promoción y desarrollo de las TIC en América Latina. In *Proceedings of the 4th ACORN-REDECOM Conference*. Brasilia, DF (Vol. 1, No. 1, p. 5).
- Rivero, P. (2011). La arqueología virtual como fuente de materiales para el aula. *Íber, Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia*, (68), 17-24.
- Sonsoles de Soto, I. y Reyes de Soto, M. (2012). Utilización de técnicas minero-lógicas y geoquímicas para la caracterización de cerámicas arqueológicas. *Estrac Critic*, 6, 268-276.
- Vega, S. (2013). TIC el microscopio de la historia. La visualización de lo invisible en el yacimiento de la Roca dels Bous (Camarasa, Lleida). *Treballs d'Arqueologia*, 19, 93-103.
- Villota, J., Villota, M., y Valencia, H. (2018). Políticas de la información para la Educación Virtual y la Seguridad de la información: Una mirada desde las plataformas virtuales educativas de las Universidades del Valle del Cauca. Colombia: Universidad de Nariño.
- Vinck, D. (2013). Las culturas y humanidades digitales como nuevo desafío para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en América Latina. *Universitas Humanística*, 1 (76): 51-72.

MECANISMO PARA TRANSFERIR A LA CIUDAD INTELIGENTE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA AGENDA CIUDADANA BASADA EN TUIITS

Mechanism to transfer to the smart city the construction of a Citizen Agenda based on tweets

Luis Fernando Gutiérrez Cano

Universidad Pontificia Bolivariana
Medellín-Colombia

© <https://orcid.org/0000-0003-4490-3925>

✉ luisfe.gutierrez@upb.edu.co

Luis Jorge Orcasitas Pacheco

Universidad Pontificia Bolivariana
Medellín-Colombia

© <https://orcid.org/0000-0001-6189-4333>

✉ luis.orcasitas@upb.edu.co

Luciano Gallón Londoño

Universidad Pontificia Bolivariana
Medellín-Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-0295-9165>

✉ luisfe.gutierrez@upb.edu.co

Resumen. Los gobiernos locales, ante las nuevas exigencias que conlleva la evolución tecnológica, requieren la utilización de la analítica computacional para la generación de competencias y para la detección, agregación y representación de datos durante el proceso de la formulación de la política pública. A partir de una investigación mixta, fundamentada y soportada en las teorías, metodologías y procedimientos de las aplicaciones y sistemas que expone el sensor social para la captura (extracción y análisis de la subjetividad colectiva), se desarrolla el análisis computacional de gran cantidad de datos, para la creación y aplicación del instrumento denominado Metodología

Cita este capítulo

Gutiérrez Cano, L. F.; Gallón Londoño, L. y Orcasitas Pacheco, L. J. (2022). Mecanismo para transferir a la ciudad inteligente la construcción de una Agenda Ciudadana basada en tuits. En: Villota Enríquez, J. A.; González Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. científicos). *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*. (pp. 127-157). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

Agenda Ciudadana, útil para medir la participación ciudadana por medio del análisis del conjunto de redes y de la lingüística computacional; el propósito, validar la efectividad de la Metodología por medio de lo sucedido en Twitter en el territorio mediante la técnica Gold Standards. Todo ello se realiza con la aplicación de estrategias que permiten encontrar relaciones entre las variables en escenarios como la edad, el género y los tópicos. De ahí, los resultados de dicho experimento se transfieren a la estructura organizativa de la ciudad inteligente a partir de la medición de la dinámica social, que tiene origen en el sensor social, para lograr el desarrollo de capacidades sociotécnicas por parte del gobierno local como requisito para la toma de decisiones, desde la información relevante de las deliberaciones ciudadanas obtenidas en Twitter, en donde se asume la ciencia política para establecer la actuación del gobierno local y para determinar, además, los alcances de la Metodología dentro de este contexto.

Palabras clave: agenda ciudadana, sensor social, análisis de redes sociales, lingüística computacional, ciudad inteligente.

Abstract. Faced with the new demands that technological evolution entails, local governments require the use of computational analytics for the generation of competences and for the detection, aggregation, and representation of data during the process of formulating public policy. From a mixed investigation, based and supported on the theories, methodologies and procedures of the applications and systems that the social sensor exposes for the capture (extraction and analysis of collective subjectivity), the computational analysis of a large amount of data is developed, for the creation and application of an instrument called Citizen Agenda Methodology. This is useful for measuring citizen participation through the analysis of the set of networks and computational linguistics. Its purpose is to validate the effectiveness of the Methodology through what happened on Twitter in the territory using the Gold Standards technique. All this is done with the application of strategies that allow finding relationships between variables in scenarios such as age, gender, and topics.

The results of this experiment are transferred to the organizational structure of the smart city from the measurement of social dynamics, which originates from the social sensor. This is used to achieve the development of sociotechnical capacities by the local government as a requirement for decision making, using relevant information obtained from the citizens deliberations on Twitter. Political Science is assumed as the grounds to establish the action of the local government and to determine, in addition, the scope of the Methodology within this context.

Keywords: citizen agenda, social sensor, social network analysis, computational linguistics, smart city.

Introducción

Los estudios sobre el sensor social demuestran que esta figura ha aportado conocimiento útil para la toma de decisiones sobre la ciudad (Takeichi, et al., 2015), cuando se aprovechan los resultados de un conjunto de paradigmas de detección y recolección de datos (Wang et al., 2014) y se considera la hipótesis de la inteligencia de las multitudes que predice que, independientemente de los juicios de una multitud formada por individuos, medidos por alguna búsqueda central o forma de relacionarlos, emergerá una información adecuada (Krishnamurthy y Poor, 2014).

No obstante, en las diferentes perspectivas teóricas que se encuentran, se demuestra que el sensor social participa la mayor parte de las veces desde la detección de eventos y no desde la utilidad de estos sistemas, para medir su participación dentro de procesos de deliberación ciudadana. Este hecho se convierte en la oportunidad para evaluar su participación dentro de un proyecto social de ciudad inteligente y contar, además, con los argumentos necesarios para tener en cuenta los asuntos de interés público que surgen en Twitter, y de esta manera elevar el valor de la política pública desde la creación y aplicación de la Metodología Agenda Ciudadana, que utiliza el análisis de

redes sociales y el análisis lingüístico para inferir el surgimiento de una agenda ciudadana basada en tuits.

Hay que subrayar que, en diversas investigaciones sobre el uso de las redes sociales por parte de los ciudadanos, se encuentran hallazgos sobre la contribución de éstas en la disminución de la tensión entre los agentes que la conforman o el problema de asimetría en la participación dentro de la ciudad inteligente.

Ahora bien, aunque hay avances, todavía se requieren metodologías de E-participación que admitan agregar y analizar información obtenida de ciudadanos, que clasifiquen y prioricen sus demandas, y que representen las dinámicas de sus deliberaciones en las redes sociales. Bajo estos postulados, el análisis de los comportamientos sociales que emergen en función de una agenda ciudadana, se convierte en la oportunidad para que el concepto de ciudad inteligente surja en una dirección *bottom up* y no al contrario, es decir, *top down*, como se ha venido dando (Miralles, 2017).

Para el caso de la Metodología Agenda Ciudadana propuesta, se requiere suministrar los instrumentos para el análisis de redes y lingüístico, a la ciudad inteligente y, para el caso de los formuladores y orquestadores de la política, tener en cuenta para su funcionamiento, las capacidades, los recursos y las reglas dentro del marco de la participación electrónica, a saber:

- El sensor social, como actor protagónico de la comunicación que se origina del ciudadano hacia los formuladores de la agenda. Con los recursos y reglas apropiadas, los ciudadanos ejercen su agencia para participar en la reproducción del sistema social, mediante la inclusión de herramientas para la gestión de la información y la integración de estos debates espontáneos con el reconocimiento ciudadano explícito y la realimentación rápida.
- El gobierno es el encargado de desarrollar las capacidades sociotécnicas para que la participación sea sostenida en el tiempo

y cuente con los recursos necesarios para su formulación e implementación. Las cuentas estratégicas del gobierno en Twitter, tanto las oficiales como las personales, se incluyen como parte de la estructura organizativa de la alcaldía y tiene como finalidad conectar a los ciudadanos con la política a través de su participación en la formulación de una agenda ciudadana y la expresión de su opinión ante el Plan de Mejoramiento, con el fin de encontrar conversaciones en asuntos de interés público.

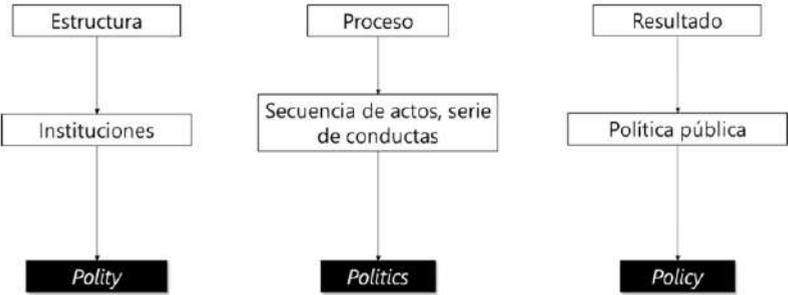
- Twitter es el instrumento desde el cual la Metodología posibilita la medición de las interacciones y relaciones entre los ciudadanos y el gobierno, y se convierte en el mecanismo para filtrar la información y abstraer conocimiento, con el cual el gobierno aprovecha para realimentar el sistema y tomar las decisiones desde las opiniones clasificadas como contenido relevante, que a su vez ha sido generado por los ciudadanos desde abajo hacia arriba.

De cualquier modo, se trata de ubicar la Metodología Agenda Ciudadana dentro del sistema político, ejercicio necesario para comprender la política como un acto colectivo a través del cual la ciudadanía gestiona los conflictos de la desigualdad en sus tres dimensiones; la *polity*, referida a la estructura; la *politics*, referente al proceso; y la *policy*, entendida como el resultado (Vallès, 2007), como se aprecia en la figura 1. Dichas dimensiones tienen el objetivo de resolver los problemas de la sociedad por medio de la delineación y la implementación de leyes y reglas para el logro de los objetivos a través de la manera como se desenvuelve el ciclo de la política (Janssen y Helbig, 2018) y las implicaciones en la generación de la política pública por medio de la gestión de los denominados conflictos sociales y la comprensión que brinda la ciencia política y su objeto de estudio, el poder, su naturaleza, su distribución y su manifestación (Vallès, 2007).

Para este autor, la *polity* es el lugar donde se sitúa la estructura de las instituciones del gobierno, las leyes y las normas, y sirve para determinar el nivel de democracia alcanzado; la *politics* es el lugar en el que se mueven grupos de intereses, se negocian y se posicionan intereses,

y se desarrollan los procesos secuenciales de conductas individuales y colectivas que se encadenan dinámicamente, mientras que la *policy* se concibe como el resultado de lo que se conoce como la política y está constituida por todas aquellas decisiones que se van a adoptar o modificar para el logro de resultados (Vallès, 2007). En síntesis, la *policy* es la política pública.

Figura 1. Las tres dimensiones de la política como tarea colectiva.



Fuente: Elaborado a partir de Vallès (2007).

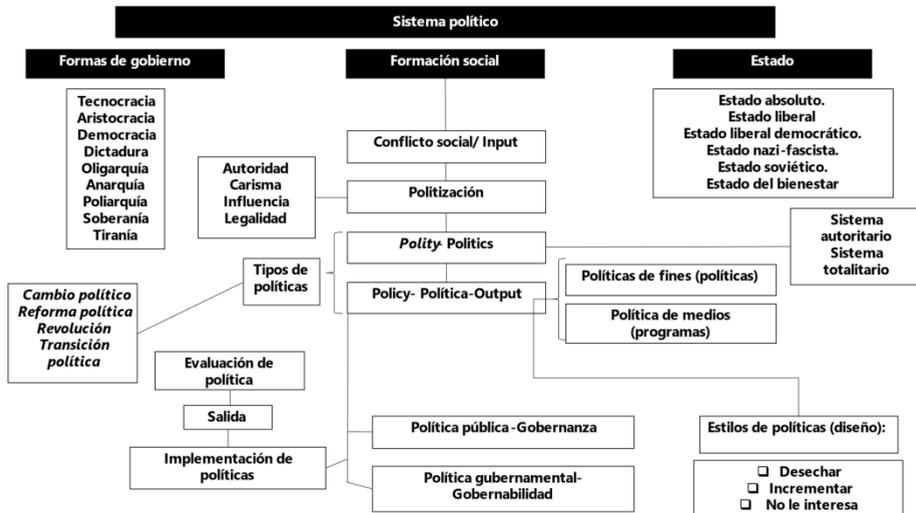
La ubicación teórico-técnica de las dimensiones *polity*, referida a la estructura; la *politics*, referente al proceso; y la *policy*, entendida como el resultado busca establecer más claramente los *inputs* de la política pública, entendidos como el insumo para que la Alcaldía de Medellín procese los mensajes que, sobre el Plan de Desarrollo, se obtuvieron en Twitter. Los *inputs* se convierten, para este caso, en el proceso (*politics*), los cuales se pasan procesados a la Alcaldía (*polity*), particularmente a la Secretaría de Participación, para que asuma la Metodología Agenda Ciudadana para la toma de decisiones basada en el análisis de redes y lingüístico. El *output* es la decisión que debe ser asumida desde la política pública (*policy*), en la que gobierno, de acuerdo con su decisión, soluciona o no dichas demandas a partir de la subjetividad extraída, transformada y analizada. La Metodología llega hasta el análisis de los resultados y su implementación depende de la Alcaldía antes mencionada. De acuerdo con conversaciones con la Secretaría de Planeación, hasta ahora no existe un mecanismo que

permita convertir las demandas ciudadanas en Twitter en una política pública orientada a la formulación del Plan de Desarrollo.

Alcance de la Metodología Agenda Ciudadana dentro del sistema político

Esta sección tiene el propósito de comprender los alcances de articulación de la Metodología Agenda Ciudadana dentro del sistema político que configura la Alcaldía de Medellín, desde su contribución al posible tránsito de una política gubernamental a una política pública a partir de las deliberaciones que se dan en Twitter sobre el Plan de Desarrollo. En tal sentido, el sistema político está conformado por una forma de gobierno, una formación social y la definición del tipo de Estado, como se aprecia en la figura 2. La identificación de cada uno de estos aspectos permite definir la actuación del gobierno local con respecto a la Metodología.

Figura 2. El sistema político



Fuente: Elaborado a partir de Vallès (2007).

De acuerdo con estas definiciones, la Metodología se ubica dentro de las formas de gobierno en una democracia, cuando se espera que a la Alcaldía le interesa incluir la Metodología dentro de un proyecto o programa que le permita llevar a cabo su operación. Con respecto a la formación social, la Metodología aporta al gobierno local la manera de convertir lo que pasa en el escenario de Twitter como asunto de interés público, que podría, dependiendo del interés, elevar la política pública, basándose en el concepto de la gobernanza y con la intención de regular y gestionar el conflicto social de todos los actores involucrados (Vallès, 2007).

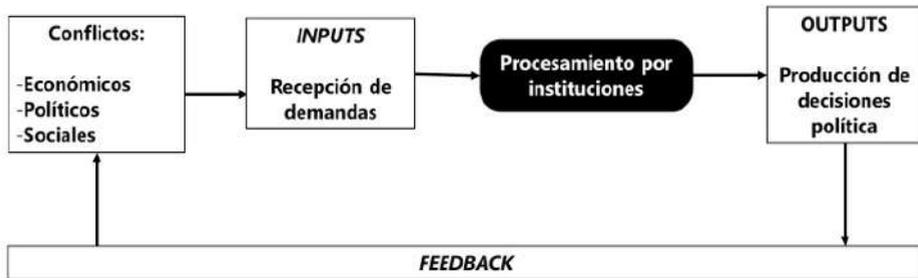
De ahí que, estas acciones se convierten en necesarias para comprender el interés de la Alcaldía de Medellín de abrir canales de comunicación para la deliberación ciudadana de fenómenos de participación que se originan de abajo hacia arriba (escucha). La propuesta llega, como ya se ha afirmado, hasta el análisis, pero la Alcaldía deberá encargarse de diseñar las políticas públicas que mejoren, contrarresten, corrijan o mitiguen los conflictos que son encontrados y analizados desde la subjetividad colectiva u otros mecanismos.

Ahora, es necesario asumir la definición de la política que realiza Vallès (2000), como metáfora; una de estas perspectivas es percibirla como una máquina, cuyo movimiento, desde su automatismo propio, está dado por la acción causal de los sujetos; otra inspiración es verla como un asunto biológico, como un organismo viviente, el cual debe adaptarse permanentemente al medio; y, finalmente, observarla como mercado, es decir, entenderla como un lugar en el que se intercambian bienes y servicios, y se promueven intereses.

Vista de esta manera, la estructura política dentro de un sistema que se inspira en una visión cibernética, es concebida como una organización que recibe demandas sociales y se encarga de su regulación, las procesa a través de las organizaciones competentes, brinda soluciones a las problemáticas manifestadas por los ciudadanos y se encarga de controlar los resultados. La política entonces, pensada como sistema, le envía información permanente a los responsables, con el

propósito de alimentar una y otra vez el sistema e intervenirle ante las nuevas demandas que surjan durante el proceso (Vallès, 2007), tal como se aprecia en la figura 3.

Figura 3. Representación simplificada del sistema político.



Fuente: Elaborado a partir de Vallès (2007).

Dentro de esta representación simplificada del sistema político, en el entorno económico, político y social en el que se sitúa la Metodología, se encuentran los conflictos expresados por los ciudadanos al respecto del Plan de Desarrollo. La conexión de este entorno con el núcleo del sistema político se realiza mediante la aplicación de algoritmos de redes y de lingüística que propone la Metodología, a través de los cuales es posible observar tópicos con un análisis de sentimiento asociado al proceso participativo; además desde la creación de clasificadores se obtiene la edad y el género de los participantes.

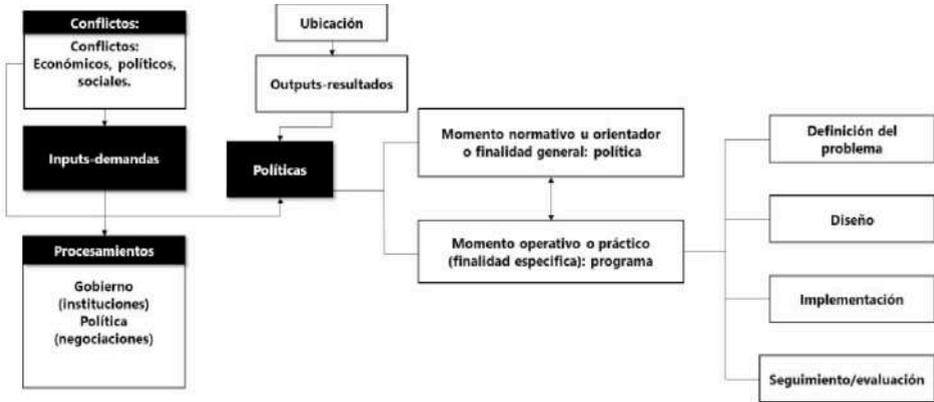
La Metodología Agenda Ciudadana busca ser útil para el proceso de retroalimentación por parte de la Alcaldía sobre lo dicho y analizado del entorno y como manera de regular los conflictos desde los procesos que se establezcan para la retroalimentación del sistema en la generación de políticas públicas.

La manera de gestionar los conflictos deberá tener en cuenta que el proceso político (*politics*) que se desarrolla dentro de las políticas (*policies*) se divide en dos momentos, el normativo y el operativo, como se aprecia en la figura 4, “Ubicación teórico-técnica de las políticas en

la política”. El momento normativo está referido a las acciones que se realizan para lograr la gestión del problema, entendida como la fase de decisión.

La Metodología, según este momento debe ser gestionada institucionalmente desde un marco legal y operativo que la sustente, acompañado seguidamente de un proceso operativo que materialice las decisiones por medio de acciones que generen impactos, resultados y productos; para el caso de la Metodología, esto se traduce en un programa o en un proyecto que acoja y dé cabida a la Metodología Agenda Ciudadana (Vallès, 2000).

Figura 4. Ubicación teórico-técnica de las políticas en la política.



Fuente: Elaborado a partir de Vallès (2000).

Posteriormente, el proceso continúa con el seguimiento y la evaluación de la política, para saber si la Alcaldía resolvió el problema o si mejoró la situación. El momento operativo o práctico no es más que el ciclo de políticas en el que se define el problema, se diseña la política, se implementa a través de programas o proyectos y se lleva a cabo el proceso de seguimiento y evaluación de dicho diseño (Vallès, 2000).

Marco teórico e hipótesis

La formulación de una agenda ciudadana soportada en innovaciones sociotécnicas adolece tanto la falta de prácticas de medición para las interacciones en las redes sociales (Mergel, 2016) como del reconocimiento y la adopción de estas; son hechos con los que coinciden los investigadores en la revisión de la literatura, quienes advierten la necesidad latente de rastrearlas dentro del sistema de gobierno por medio de marcos para su medición y valoración, y reforzar así la misión y las tácticas en el uso de estas (Janssen y Helbig, 2018).

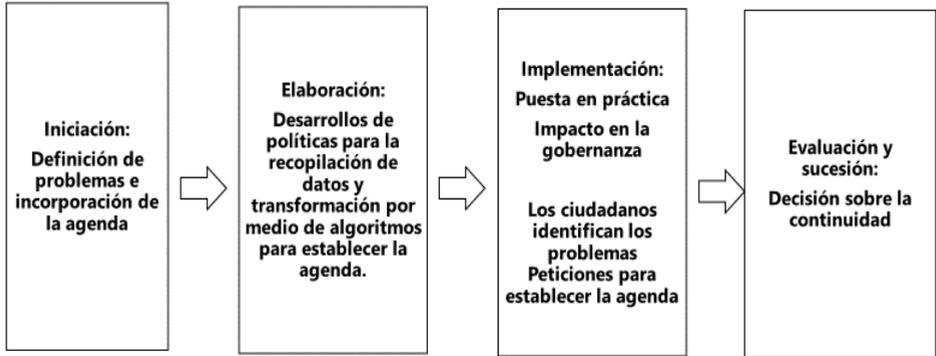
La preparación de la formulación de la política es un proceso interactivo complejo debido, entre otras cosas, a sus múltiples iteraciones para alcanzar el objetivo o el resultado propuesto, la vinculación de diversos grupos de interés y al hecho de que dicha formulación deber abordar problemas que, muchas veces, no tienen solución dada la gran cantidad de temas para abordar (Birkland, 2012).

Por otra parte, se encuentra con la aparición de herramientas tecnológicas que sirven al proceso de mediación, la creación de una dialéctica relacional que es catalizada y dinamizada por la innovación tecnológica, la cual contribuye en la resolución de grandes problemas sociales a través de la liberación de información y de la computación avanzada, cuando los gobiernos determinan e implementan leyes y reglas para el logro de objetivos comunes (Janssen y Helbig, 2018), e influyen de diversas maneras a los responsables de las políticas y los ciudadanos que participan en dicho proceso (Chadwick, 2003).

De acuerdo con estos argumentos, durante el proceso de construcción de la política pública que se origina en la construcción de la agenda ciudadana, se deben establecer etapas para su definición, implementación y evaluación. De acuerdo con Vallès (2020), estas deben, inicialmente, definir el problema; para este caso, esta relación con la participación del sensor social y su incorporación al proceso de construcción de la política pública que se origina en las discusiones del Plan de Desarrollo.

Luego de lo antes descrito, se debe diseñar una política para establecer un programa o proyecto de gobierno que posibilite la recopilación y la transformación de los datos que brinde como resultado el establecimiento de la agenda; la puesta en práctica se encuentra sujeta a los problemas y a las peticiones que identifican los ciudadanos durante el establecimiento de la agenda, la cual debe dirigirse a impactar el proceso de la gobernanza. Finalmente, se procede a la evaluación y la continuidad que el gobierno local desee alcanzar, tal como se aprecia en la figura 5.

Figura 5. Las políticas públicas: un proceso de cuatro etapas.



Fuente: Elaborado a partir de Vallès (2020).

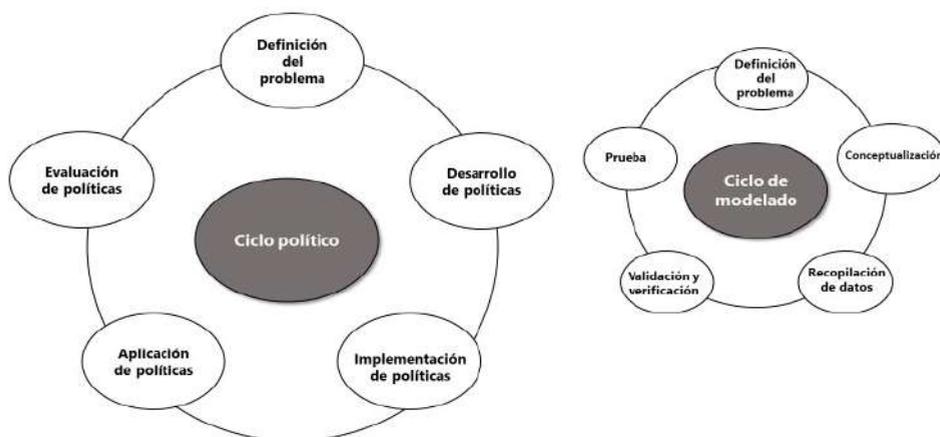
La elaboración de la política soportada en una red de sensores encierra el desafío, para Janssen y Helbig (2012), de comprender la interdependencia entre lo social y lo organizativo, que, a menudo, resulta como evolución conjunta de ambas partes y debe considerar, además, las interacciones y sus posibles impactos, debido a que estas, al ser no lineales, pueden conducir a comportamientos emergentes no anticipados en algunos casos (Holland, 1992), hecho que conlleva a la dificultad de predecir los efectos de las políticas.

Ante estas consideraciones, se hace necesaria la adopción de un nuevo rol por parte del gobierno local y es aquel de agregar y analizar información de grandes volúmenes de datos. Además de ello, permite

la adquisición de nuevas capacidades en el uso de estas herramientas, enfocadas a la contribución en el cierre de las brechas existentes entre el potencial de las herramientas, las realidades organizativas y el contexto político. Estas capacidades están orientadas no solo desde la perspectiva que se origina desde la tecnología, sino también desde la perspectiva que se enfoca en problemas, en la que el asunto particular de la política se convierta en el foco, hecho que afecta el equilibrio de poder entre el gobierno y el público, a partir de la participación pública (Janssen y Helbig, 2018).

En la figura 6, se observa cómo se afectan las dos tareas de cada ciclo, la primera en la definición del problema, cuando al analizar lo dicho por los ciudadanos, se encuentra que hay problemas que deben ser abordados; y la segunda, en la evaluación de la política después de su implementación, en la cual los responsables pueden medir la opinión de los ciudadanos. La tarea de recopilación de datos dentro del ciclo de modelado resulta de gran utilidad en esta dirección, cuando de entrada se desea modelar la política antes de su implementación (Janssen y Helbig, 2018).

Figura 6. Modelo del ciclo de la política y ciclo de modelado.



Fuente: Elaborado a partir de Janssen y Helbig (2018, p. 100).

Como orquestadores, los formuladores de las políticas deben involucrar a las partes interesadas, supervisar el proceso de formulación y garantizar procesos de participación de calidad legítimos. Así mismo, deben asegurar la usabilidad de los datos y de la información. Esto último se hace desde la definición de tres funciones importantes: la participación, la calidad y la agregación de informes.

Para Peters y Pierre (1998), las implicaciones prácticas que trae el surgimiento de ese nuevo rol se encuentran relacionadas con el papel que juega el gobierno dentro de los cambios que se manifiestan en los procesos de gobernanza. Ésta opera como una red organizacional, en la que el gobierno tiene menos control, se aumenta la interconexión entre los procesos públicos y privados y prevalecen los instrumentos de política indirecta a través de los cuales el compromiso se encuentra en guiar el proceso, pero no en tratar de generar el consenso sino el disenso.

La gran cantidad de información que potencialmente se puede utilizar en la formulación de la política, permite a los participantes observar, informar, recopilar, analizar, proporcionar y difundir información de forma activa a través de una variedad de herramientas que cubren todo el ciclo de la política (Janssen y Helbig, 2018). Los modelos basados en interacciones, a menudo, siguen un ciclo de modelado de simulación que consiste en la definición del problema, la conceptualización, la recolección de datos, la verificación, la validación y la experimentación (Law y Kelton, 1991), como el propuesto por la Metodología.

Este hecho se convierte en la oportunidad para evaluar su participación dentro de un proyecto social de ciudad inteligente y contar, además, con los argumentos necesarios para mostrar y elevar el valor de la política pública que surge en Twitter y justificar la creación de una Metodología que utiliza el análisis de redes sociales y el análisis lingüístico para inferir el surgimiento de una agenda ciudadana basada en tuits.

Como hipótesis se plantea la siguiente: Si un análisis de redes sociales y el uso de algoritmos de lingüística computacional permiten

comprender la participación del sensor social en la construcción de una agenda pública para la ciudad inteligente.

Metodología

La técnica metodológica que se utiliza es la Gold Standards (Bailin y Grafstein, 2016), que consiste técnicamente en hacer un rastreo manual de las diversas palabras que arroja el reporte estadístico de la red TF-IDF Bigrams y de la red de *hashtags*, y compararlos con los comentarios identificados en los encuentros presenciales con las conversaciones observadas en estas redes. Como ejercicio final, se realiza un informe en el que se identifican las coincidencias o las diferencias entre ambos escenarios.

Los encuentros del Plan de Desarrollo Medellín 2020-2023 llevados a cabo en el territorio durante los tres primeros meses del año 2020 cuentan con documentos síntesis en los cuales es posible encontrar la consolidación de los resultados, la descripción de los principales momentos, la caracterización de los participantes, la priorización de las líneas estratégicas y la identificación de los componentes de dicho Plan (Universidad de Antioquia [UDEA] y Universidad Nacional de Colombia [UNAL] 2020). Dicha validación puede llevarse a cabo debido a tres razones: 1) se cuenta con la base de conocimiento de lo sucedido en el territorio ya calificada y validada por los expertos de la Alcaldía de Medellín; 2) se tiene la base de las menciones encontradas en los tuits y; 3) se poseen las mismas variables de análisis como los tópicos, la edad y el género.

Para llevar a cabo dichas validaciones, para el caso de Twitter, son asumidas aquellas estrategias que utilizan varios investigadores para encontrar conversaciones a través de *hashtags*. De acuerdo con Bastos et al. (2013), estas se pueden llevar a cabo por medio de la interrelación con tópicos; para Yang y Rim (2014), a partir de identificar coocurrencias; para Schmidt (2014), a partir del análisis de tópicos con herramientas para la minería de textos; para Ritter et al. (2010),

por medio del análisis topológico de la red y, finalmente, para Honeycutt y Herring (2009), con métodos no supervisados de clustering y a través de lo que se observa en los reportes de la red de menciones. La validación propuesta tiene como finalidad evaluar la coherencia teórica de la Metodología Agenda Ciudadana por medio de un ejercicio de comprobación con la realidad.

Pero antes, un resumen de las tareas realizadas previas a este ejercicio, igualmente los resultados obtenidos de manera general por la Metodología Agenda Ciudadana. En un primer momento se capturaron y extrajeron cerca de 209 mil tuits. La Metodología logra limitar el escenario de participación a la ciudad de Medellín a partir de la formulación, creación y validación de un clasificador el cual se denomina “Secretarías”. Este clasificador “Secretarías” les informa a estas, lo que está pensando un colectivo de ciudadanos sobre los temas que le corresponde atender dentro de su misión institucional con respecto al Plan de Desarrollo.

Por otra parte, se aplicaron dos clasificadores, uno para identificar la edad y otro para establecer el género, igualmente se obtiene la polaridad de los tuits. También, se tejen redes de menciones, redes de hashtags y redes TF-IDF para identificar desde la analítica de redes, las comunidades, los tópicos y los grupos de personas que están tuiteando sobre el Plan de Desarrollo y observar el escenario de la participación.

El comportamiento de los datos durante la etapa de visualización permite conocer el número de menciones que obtienen los diversos actores, así como identificar que, de un total de 12 984, los que más se destacan en los primeros lugares son la Alcaldía, el alcalde de la ciudad y sus funcionarios. El modelo para la clasificación de género permite identificar que la mayor parte de la participación se origina más en las mujeres que en los hombres, la participación es liderada tanto por los jóvenes como por los adultos. Los adultos mayores y los adolescentes aparecen con bajos niveles de protagonismo en la participación, hecho que puede ser explicado entre otras causas, al poco uso, acceso y apropiación de un medio como Twitter.

El modelo de clasificación *knowledge* (tópicos), aplicado para identificar aquellos asuntos que pueden afectar al ciudadano a través de grandes temas que hacen parte del ser humano y lo movilizan ante la sociedad, otorga una mayor participación al tópico vida, y en orden seguido, a temas como la política, la cultura, la economía, la tecnología y el deporte. Dentro de los hallazgos de este clasificador, se logra determinar que los ciudadanos a través de Twitter se dirigen con mayor frecuencia a las secretarías de Inclusión, de Medioambiente y de Desarrollo Económico. Igualmente, se observa que la percepción general de los ciudadanos hacia las secretarías es positiva con excepción de las secretarías de Infraestructura, de Comunicaciones y de Salud.

La red menciones coloca en el centro de la participación a la Alcaldía, al alcalde de la ciudad y sus funcionarios. La red de hashtags crea públicos efímeros ad hoc y temas relevantes para el Plan de Desarrollo; igualmente, permite observar conversaciones sobre el COVID-19, que, como tema circunstancial, declara la importancia desde los diversos actores en la atención de temas como el económico, el educativo y la salud.

La red TF-IDF Bigrams facilita ver cómo se correlacionan palabras relevantes entre los documentos que salen de los usuarios; se encuentran relacionadas palabras y usuarios que permiten crear agrupamientos en los cuales se pueden observar temas de interés público que perfectamente pueden ser articulados con las líneas estratégicas del Plan de Desarrollo Medellín 2020-2023 y a una agenda ciudadana que considere los temas que emergieron con la llegada de la pandemia.

Ahora se comienza, con la aplicación del Gold Standards, con la descripción de la caracterización de la edad identificada en los encuentros sectoriales y poblacionales. Como se muestra en la tabla 1, la participación ciudadana de un total de 700 registros de ciudadanos se concentró en el rango etario de adultos con un 78,61%, los adultos mayores con un 10,76%, los jóvenes con un 9,77%, los adolescentes con un 0,85% y la primera infancia con un 0% (UDEA y UNAL, 2020).

Tabla 1. Caracterización de la participación por edades en los encuentros sectoriales y poblacionales

Encuentros	Número total registros	Primera infancia 0-5 años	Niñez-Adolescencia 6-17 años	Juventud 18-28 años	Adulto 29-54 años	Adulto Mayor 55 o más años
Total	706	0	6	69	555	76
Porcentajes		0,00%	0,85%	9,77%	78,61%	10,76%

Fuente: Elaboración propia y, UDEA y UNAL (2020).

En Twitter, como se aprecia en la tabla 2, de un total de 167 865 tuits, el clasificador de género identificó 107 758 tuits de origen femenino y 60 107 tuits de origen masculino.

Tabla 2. Caracterización de la participación por edades en Twitter

Discusiones en Twitter	Total de registros	Rango 13-17 años	Rango 18-24 años	Rango 25-34 años	Rango 35-49 años	Rango 50-64 años	Rango 65 a más años
Totales	167 865 tuits	3034	70 964	25 134	24 581	30 464	13 688
Porcentajes	100%	1,8%	41,7%	14,9%	14,6%	18,1%	8,1%

Fuente: Elaboración propia basada en Twitter (2021).

Al respecto, se puede afirmar que, en los encuentros sectoriales y poblacionales por rango de edad, la mayor participación se encuentra en los adultos y los menores niveles de participación en los jóvenes y los adultos mayores, mientras que, en Twitter, la mayor contribución se origina en los jóvenes, seguida de los adultos y con la menor participación en los adolescentes y los adultos mayores.

Acerca de la caracterización por género, como se aprecia en la tabla 3, identifica que, de un total de 706 registros de tuits, el mayor aporte tiene origen en los hombres con un 53%, mientras que las mujeres cuentan con un 47% del total de las personas participantes (UDEA y UNAL, 2020).

Tabla 3. Caracterización de la participación por género en los encuentros sectoriales y poblacionales

Encuentros	Total registros	Hombres	Mujeres
Total	706	375	331
Porcentaje	100%	53%	47%

Fuente: Elaboración propia y, UDEA y UNAL (2020).

En Twitter, la caracterización por género, como se aprecia en la tabla 4, destaca que la mayor colaboración surge de las mujeres con un 64,2% del total de participantes, mientras que los hombres contribuyen con un 35,8%.

Tabla 4. Caracterización de la participación por género en Twitter

Encuentros	Total registros	Hombres	Mujeres
Total	167 865 tuits	60 107	107 758
Porcentaje	100%	35,8%	64,2%

Fuente: Elaboración propia basada en Twitter (2021).

En ambos escenarios, la participación de hombres y mujeres es diferente: en el territorio, los hombres son los que obtienen una mayor participación, mientras que, en Twitter, el liderazgo es asumido por las mujeres. Este resultado es un hallazgo muy significativo para esta investigación, por el hecho de haber encontrado un protagonismo de

participación femenina dentro de un escenario como Twitter hecho que resulta además muy relevante para todos aquellos estudios sobre la participación electrónica en redes sociales debido a que renueva el liderazgo social de la participación.

Una vez comparada la participación por género y por edad, ahora continúa la tarea de confrontar los tópicos tratados y priorizados en ambos escenarios. En un primer momento, se relacionan los hashtags a través de la estrategia interrelación con tópicos, propuesta por Bastos et al. (2013), con los datos obtenidos de la bolsa de palabras durante la etapa de visualización. Para un segundo momento, se relaciona lo ocurrido en el territorio con la estrategia de métodos no supervisados de *clustering* y de las redes de menciones planteada por Honeycutt y Herring (2009), por medio, para este caso, del reporte estadístico de los clústeres de palabras que arroja la red TF-IDF Bigrams.

Se lleva a cabo la primera comparación. Esta considera las líneas estratégicas del Plan y sus componentes para hacer más expedita la relación. El propósito de estas acciones es identificar en ambos documentos asuntos de interés público que pueden ser agrupados, relacionados y asociados con cada una de las líneas estratégicas del Plan de Desarrollo y encontrar en esto sentido lógico de participación. En la tabla 5, se realiza dicha comparación.

Tabla 5. Comparación asuntos relevantes en el encuentros sectoriales y poblacionales /conversaciones *hashtags*.

Línea estratégica	Asuntos relevantes y transversales	“Conversaciones <i>hashtags</i> ”
Recuperemos lo social	<p>Propuestas: 1) Veedurías, observatorio y mecanismos para el control social de los asuntos públicos. 2) Componente de mujeres: Problemáticas que atraviesan las mujeres de la ciudad en la parte de las conclusiones del encuentro, pues sirvieron de insumo para la generación de la visión del componente. 3) Cuerpos y mentes saludables: Propone para el nombre ciudad/territorios y comunidades saludables, un sujeto receptor de la salud, y la articulación del componente con sostenibilidad, equidad, inclusión y dignidad de la población. 4) Cultura, arte y patrimonio: Articulación de este componente con la participación y la educación. 5) Reconocimiento y diversidad: Articulación con políticas y planes del componente como políticas públicas y el plan gerontológico.</p>	<p>Personal de salud (1), Tu salud mental nos importa (1), Hogares de Salud (27), Savia Salud Piensa en Vos (28), Salud Mental (17), Medellín Me Cuida (16), Salud (13), Telesalud (12), Estilos de vida (8), Conductas saludables (6), Hábitos saludables (5), Lonchera saludable (4), Salud Pública Juvenil (4), Salud para todos (4), Barrio Saludable (4), Ciudad Saludable (2), Clúster Salud (2), Crisis de la salud (2), Guardianes de la salud (2), Pandemia (2), Pospandemia (1), Telesalud (12), Tele salud mental (2), Adelante con equidad (2) Equidad (1), Empleo para Vos (4), Empleo (2), Desempleo juvenil (1), Bolsa de Empleo (1) Empleo decente (1), Empleo decente (1), Oficina Pública de Empleo (1), Educación (2), La esperanza es la educación (2), Vota por la Educación Superior (2), Mujeres valientes (4), Secretaría Mujeres (4), Más Mujeres TIC (3), Día de la Mujer Saludable (2), Mujeres Afro (19), Mujeres Imparables (1), Mujeres Tienen Talentos (1), Desempleo Juvenil (1), Día del Adulto Mayor (1), Inclusión (1), Discapacidad (3), Unidos por las víctimas (3), Cero discriminación (1), Semana de las Infancias (3), ICBF Primera Infancia (1), Protagonistas de la Primera Infancia (1), Protección Infancia (1).</p>
Transformación educativa	<p>Propuestas: 1) Adopción de estrategias con enfoques incluyentes. 2) Desarrollo de infraestructuras. Establecimiento de relaciones, alianzas y redes. 3) Gestión de planes y políticas públicas sectoriales. Implementación de nuevos enfoques de enseñanza-aprendizaje. 4) Formación en investigación y generación de conocimiento. 5) Promoción y desarrollo del multilingüismo y bilingüismo. Desarrollo de acciones culturales.</p>	<p>Centro para la Revolución Industrial (1), Transformación Educativa (184), Educación (30), Calidad Educativa (17), Educación Superior (16), Ciudad Educadora (11), Con educación (4), La educación es el camino (4), La educación nos conecta (4), Se Educa (3), Virtual Educa (3), Cumbre por la Educación (4), Derecho a la Educación (2), Mi Plan es la Educación (2), Voto por más Educación Superior (1), Educación ambiental (1), Inclusión Educativa (1), Innovación Educativa (1) Marcha por la educación (1), Veedurías (1).</p>

Línea estratégica	Asuntos relevantes y transversales	“Conversaciones hashtags”
Ecociudad	<p>Propuestas: 1) Conservación de especies animales. 2) Economía circular: Uso adecuado de residuos y generación de cadenas productivas sostenibles. 2) Desarrollo rural sostenible: La ruralidad y la pérdida de identidad campesina. 3) Energía, agua y alimentos: Distintos planes macro que abordan estas temáticas en la ciudad. 4) Urbanismo ecológico: Desarrollo de los corredores verdes, pero también temas a la vanguardia como techos verdes y sistema de supermanzanas. 5) Movilidad sostenible: Tren ligero de la 80 y alternativas de movilidad.</p>	<p>Viernes de Ecociudad (13), Ecociudad (252), Movilidad Sostenible (48) Movilidad Medellín (26), Movilidad activa (6) Movilidad eléctrica (4), Plan Navidad Movilidad (4), Semana por la movilidad (29), Ecomovilidad (2), Futuro de la Movilidad Sostenible(2), Congreso Movilidad Futura (1), Mesa Movilidad Sostenible (7), Movilidad Futura (1), Movilidad Inteligente (1), Movilidad Medellín (1), Pacto por la Movilidad (1), Plan de Movilidad (1), Pico y Placa Medellín (60), Pico Placa Ambiental (38), Mesa Contaminación Ambiental(4), Convenio Marco Ambiental (3), Negocios verdes (1), Universidades Verdes (1), Comunas Verdes (1).</p>
Valle del software	<p>Propuestas: 1) Enfoques incluyentes para personas con capacidades diferentes. Establecimiento de relaciones, articulaciones, alianzas y redes. Gestión de planes y políticas públicas sectoriales. Formación, actualización y desarrollo de capacidades. Apropiación social de conocimiento. Desarrollo de acciones culturales. Fomento del multilingüismo. Financiación pública y privada. Fortalecimiento normativo. Desarrollo y consolidación legislativa. Instalación de nuevas entidades, procesos y servicios. Consolidación de programas y proyectos existentes. Implementación de estímulos e incentivos. Pensamiento futuro de ciudad.</p>	<p>Valle del Software (167), Jóvenes Valle del Software (11), Medellín Valle del Software (3), Reactivación económica (12), Sena empleo (1), Empresarios por el empleo (5), Bolsa de empleo (1), Desempleo juvenil (1), Empleo decente (1), Expo Empleo (1), Turismo sostenible (4), Observatorio del Turismo (2), Turismo en un mundo global (2), Aviturismo (1), Cátedra de Turismo (1), Colegios amigos del turismo (1), Sector turismo (1), Industria (3), Revolución industrial (2), Asoventos industria unida (4), Centro para la Revolución Industrial (1), Industrias Creativas (4), Cuarta Revolución Industrial (3), Innovación (1), Innovación Social (1), Innovación Transformativa (1), Cátedra Innovación ITM (1), Índice Departamental de Innovación (1).</p>

Línea estratégica	Asuntos relevantes y transversales	“Conversaciones hashtags”
<p>Gobernanza y gobernabilidad</p>	<p>Propuestas: Enfoques incluyentes. Fortalecimiento de la presencia institucional. Consolidación de la gerencia pública. Sistemas, procesos y servicios. Estrategias de participación y relacionamiento comunitario. Incorporación de estrategias de construcción de paz y convivencia. Establecimiento de relaciones, alianzas y redes. Gestión de planes y políticas públicas sectoriales. Formación, actualización y desarrollo de capacidades. Desarrollo de acciones culturales y de memoria.</p>	<p>Lab Gobierno (1), Un Gobierno que Transforma (1), Gobierno Digital (1), Yo Soy Digital (1), Territorio Digital Joven (100), Vive Digital (12), Justicia Digital (11), Transformación Digital (9), Economía Digital (4), Talento Digital (3), Aprende Digital (3), Foro Económico Digital (2), Humanidades Digitales (1), Medellín Talento Digital (1), Observatorio Económico Digital (1), Seguridad Digital (1), Semana Gobierno Digital (1), Servicios Digitales (1), Participación (2), Cruzada Antitrámites (1), Cultura de la Transparencia (1), Elecciones Transparentes (1), Foro Transparencia (1), Soy Transparente (16), Feria de la Transparencia (1), Pacto por la Transparencia (8), Red de Transparencia (8), Ruta de la Transparencia (2), Homicidios (1), Todos contra el homicidio (1), Nada justifica el homicidio (2), Unidos por las víctimas (3), Espacio Diverso (1), Espacio Público (11), Homicidios (1), No violencia (46), Ni una violencia más (16), Violencia sexual (3), Emergencia Nacional por la violencia machista (2), Pacto Contra la Violencia (2), Violencia contra la mujer (2), Barrera contra la violencia (1).</p>

Fuente: Elaboración propia y, UDEA y UNAL (2020), con la herramienta Power B.I y Red TF-IDF Bigramas.

Análisis y discusión de datos

La estrategia de encontrar interrelaciones entre los tópicos en ambos escenarios contribuye a la Metodología Agenda Ciudadana en el proceso de priorización de un Plan de Desarrollo. Ante estas consideraciones, se encuentra que los ciudadanos en ambos escenarios demandan a la línea estratégica Recuperemos lo Social, seguridad alimentaria, salud mental, estilos de vida y conductas saludables dentro de contextos como el barrio, la ciudad y las comunidades. En ambos escenarios las discusiones sobre familia y primera infancia se sitúan en problemáticas como la discapacidad y la protección de la niñez.

El tema de la mujer en el territorio se suscribe a las rutas de orientación ante la vulneración de sus derechos, mientras que en Twitter está relacionado con su valentía, la celebración de su día y con la necesidad de reforzar su liderazgo. Los temas recurrentes en ambos escenarios con respecto a la población juvenil están relacionados con el empleo y con la necesidad de que estos logren ser vinculados a espacios públicos y a equipamientos.

En Twitter las diversas poblaciones conversan sobre el tema de la inclusión y el clamor para que no exista la discriminación. La contingencia que conlleva el COVID-19 genera conversaciones a través del programa Medellín Me Cuida, a la telesalud y, al respeto y al cuidado del personal de la salud. También, se aprecian asuntos relacionados con la equidad y con el empleo digno. Igualmente son visibles la cultura, el arte y el patrimonio. Igualmente, la creación de una oferta institucional en esta dirección.

Con respecto a la línea estratégica Transformación Educativa, los ciudadanos en el territorio declaran la necesidad de establecer estrategias con enfoques incluyentes; asimismo, el desarrollo de infraestructura, el establecimiento de relaciones, alianzas y redes que contribuyan a la gestión de planes y de políticas públicas para el sector educativo. También se manifiesta el interés por los procesos de enseñanza y aprendizaje que promuevan la actualización y el desarrollo de capacidades. Igualmente, la promoción y el desarrollo del multilingüismo y el bilingüismo. Mientras que, en Twitter, las conversaciones se concentran en la transformación educativa como derecho, con criterios de calidad, incluyente en todos los medios, modos y formatos, capaz de contribuir a la paz y al cuidado del medioambiente.

Hay un deseo por una ciudad conectada y, al mismo tiempo, educadora en todos los ambientes de aprendizaje (ciudad, escuela y familia).

En relación con la línea estratégica Ecociudad, en el territorio los ciudadanos priorizan el cuidado animal, el uso adecuado de residuos sólidos y la generación de cadenas productivas sostenibles, la recupera-

ción de la identidad campesina y la necesidad de articular temáticas como la agroecología con la soberanía alimentaria.

Del mismo modo, se clama por un urbanismo ecológico asociado a planes parciales, al mejoramiento integral de polígonos y a los corredores verdes. La movilidad sostenible prioriza el tren ligero de la 80 y la búsqueda de alternativas de movilidad que estén en sintonía con las dinámicas laborales.

Las conversaciones llevadas a cabo a través del uso de hashtags se encuentran relacionadas con la línea del Plan Estratégico Medellín 2020-2023, Ecociudad y con conceptos muy cercanos como movilidad sostenible y ecomovilidad. Igualmente, emergen temas relacionados con planes, eventos, pactos, convenios y mesas de conversaciones referentes al tema ambiental. Asimismo, aparecen temas conectados con lo ambiental como pico y placa ambiental, comunas verdes y el tren de la avenida 80. Este último es un proyecto priorizado por la Alcaldía dentro del Plan de Desarrollo.

Los ciudadanos en la presencialidad demandan a la línea estratégica Valle del Software, enfoques incluyentes, el establecimiento de relaciones, alianzas y redes, la gestión de planes y políticas públicas sectoriales y la formación, actualización y desarrollo de capacidades. Aparecen conceptos para hacer viable esta iniciativa como la apropiación social de conocimiento, el desarrollo de acciones culturales, el fomento del multilingüismo, la financiación pública y privada, el fortalecimiento normativo, el desarrollo y consolidación legislativa.

De la misma forma, la instalación de nuevas entidades, procesos y servicios, la consolidación de programas y proyectos existentes, la implementación de estímulos e incentivos y el pensamiento futuro de la ciudad a través de esta línea estratégica. Las conversaciones de los ciudadanos a través de sus hashtags se encuentran relacionadas con temas como la juventud, la reactivación, el empleo, la revolución industrial, las industrias creativas y la innovación tanto social como transformativa. Aparece al margen, sin restar importancia, el

empleo y el desempleo, asimismo, el tema del turismo asociado a lo sostenible, a la creación de eventos y a la investigación en este campo.

En el territorio, la línea estratégica Gobernanza y Gobernabilidad se concentró en determinar enfoques incluyentes para personas con capacidades diferentes. Igualmente, se observa la necesidad de consolidar la gerencia pública, los sistemas, procesos y servicios; el desarrollo de estrategias de participación y relacionamiento con la comunidad; la incorporación de estrategias de construcción de paz y convivencia en las discusiones en el territorio.

En Twitter se solicita también la presencia institucional, asociada a la prestación de servicios digitales que contribuyan a la eliminación de trámites, a la cultura de la transparencia en las elecciones y a las rutas para la transparencia institucional. Se solicita que el gobierno local se transforme digitalmente, que sea capaz de llegar al territorio e impacte poblaciones como los jóvenes en temas como la justicia, la economía, el talento, las humanidades digitales y la seguridad. Aparece también la lucha contra el homicidio, la violencia sexual y contra las mujeres.

Conclusiones, implicaciones, limitaciones y futuras líneas de investigación

Se pudo obtener una Metodología validada; dicha validación se realizó en varios momentos: inicialmente, se utilizaron algoritmos, clasificadores, medidas estadísticas, entre otras, para realizar el experimento con los datos en la ciudad de Medellín y poder identificar la congruencia del Plan de Desarrollo con lo encontrado en los tuits. Posteriormente, bajo la técnica Gold Standards fueron validados el clasificador Polaridad y el clasificador Secretarías, necesarios para llevar a cabo estas acciones. Por último, el aporte a la literatura sobre el tema del sensor social; con estos hallazgos se encuentra en haber logrado la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos para la resolución de asuntos de interés público.

Por su parte, la ciencia política, le brinda al gobierno local los requisitos para que este continúe su tránsito de la política gubernamental a la política pública y elevar desde la lectura en Twitter aquellos asuntos puedan considerarse como de interés público.

Finalmente, se considera que la metodología de una agenda de investigaciones futuras debe considerar: 1) Continuar aprovechando las teorías de la ciencia política con el fin de seguir organizando la política pública dentro del territorio local; 2) Aprovechar las teorías del sensor social para no solo hablar, sino también seguir escuchando con más detenimiento lo que dicen los ciudadanos; esto se logra llevando la ciudad de sensores, de suerte que el gobierno regule la política pública y tenga más datos y juicios para hacerlo considerando el paradigma de la ciencia social computacional y la ciencia política en relación con construir la política pública de una manera más colectiva. 3) Por último, establecer por parte del gobierno local estrategias de difusión en redes sociales no solo para promocionar e informar sobre la política, sino también para potenciar el diálogo en la cooperación pública.

Resulta relevante advertir que la muestra para medir la participación no cubre el cien por ciento de la población en Twitter, hecho que limita la medición de dicha participación. Igualmente, se debe tener en cuenta que Twitter no es la red con mayor número de usuarios y, que, además, esta no permite la identificación de estrato social. En tal sentido, cabe afirmar, que la Metodología se suscribe a una muestra en particular, la cual tiene un peso relativo, pero no absoluto en tal construcción, advirtiéndole que el ejercicio de construcción de una agenda pública a partir de la actividad del sensor social se limita al público que usa la aplicación, pero aún, así resulta evidente el potencial que esta tiene para el análisis de la participación ciudadana.

Contribuciones

La contribución de este trabajo investigativo se encuentra en el potencial que tienen las redes sociales en la construcción de la política pública dentro la etapa de formulación de ésta. La abstracción de asuntos de interés público que se encuentran en los comentarios sobre el Plan de Desarrollo Medellín 2020-2023 favorece las dinámicas de participación y de deliberación para la construcción de la política pública dentro de la ciudad inteligente desde la aplicación de algoritmos que sirven para observar la manera cómo se construye socialmente el lenguaje. El hecho de abordar el sentido de lo público desde la perspectiva de la ciencia social computacional permite observar la manera cómo los ciudadanos se conectan socialmente a un Plan de Desarrollo a través de preguntas del investigador dentro del escenario de los grandes datos.

La legitimidad y la importancia de la contribución de los ciudadanos a la formulación de políticas se fortalece directamente a través de capacidades dinámicas, derivadas de la Teoría de Capacidades Dinámicas (Teece, et al.,1997) y la Teoría de la Estructuración (Giddens, 1984), las cuales, al ser desarrolladas por el gobierno, conducen al reconocimiento explícito del marco integrador de la participación. Dicho marco está constituido por capacidades adaptativas que incluye una serie de recursos dinámicos, procesos de (re) distribución y adquisición, procesos de reproducción y reforma de reglas; tales capacidades de absorción incluyen el proceso de monitoreo continuo, el proceso de conformación de la participación, los servicios de información ciudadana y el desarrollo de capacidades innovadoras, que incluyen un monitoreo flexible y una participación electrónica omnipresente (Porwol et al., 2016).

Referencias bibliográficas

- Bailin, A. y Grafstein, A. (2016). *Information Literacy and Critical Thinking: Context and Practice*. Chandos Publishing TBAC. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100673-3.00001-0>.
- Bastos, M. T., Puschmann, C. y Travitzki, R. (2013). *Tweeting across hashtags: overlapping users and the importance of language, topics, and politics* [Conferencia]. 24th. ACM Conference on Hypertext and Social Media (pp. 164-168). ACM. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2481510>.
- Birkland, T. A. (2012). *An introduction to the policy process: theories, concepts, and models of public policy making*. Londres: Routledge.
- Chadwick, A. (2003). Bringing E-democracy back in: why it matters for future research on E-governance. *Social Science Computer Review*, 21(4), 443-455. <https://doi.org/10.1177/0894439303256372>.
- Honeycutt, C. y Herring, S. C. (2009). *Beyond microblogging: Conversation and collaboration via Twitter*. In *System Sciences* [Conferencia]. 42nd Hawaii International Conference http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4755499.
- Janssen, M. y Helbig, N. (2018). Innovating and changing the policy-cycle: ;Policy-makers be prepared! *Government Information Quarterly*, 35(4), 99-105. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.11.009>.
- Krishnamurthy, V. y Poor, H. V. (2014). A Tutorial on Interactive Sensing in Social Networks. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 1(1), 3-21. <https://doi.org/10.1109/TCSS.2014.2307452>.
- Law, A. y Kelton, W. (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill. https://www.learngroup.org/uploads/2015-02-14/Resource_1_-_Simulation_Modeling_Analysis.PDF.
- Mergel, I. (2016). Social media institutionalization in the U.S. federal government. *Government Information Quarterly*, 33(1), 142-148. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.09.002>.
- Miralles, A. M. (17 de julio de 2017). *Lo público en Twitter como un problema de ciencia social computacional-UPB* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Xu6RqFMibao>.

- Peters, B. G. y Pierre, J. (1998). Governance without government? Rethinking public administration. *Journal of Public Administration and Theory*, 8(2), 223-243. https://www.researchgate.net/publication/349427067_Governance_Without_Government_Rethinking_Public_Administration.
- Porwol, L., Ojo, A. y Breslin, J. (2016). Social Software Infrastructure for e-Participation. *Government Information Quarterly*, 5(4), S88-S98 <https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.01.002>.
- Ritter, A., Cherry, C. y Dolan, B. (2010). Unsupervised modeling of Twitter conversations. Recuperado de <http://nparc.cisti-icist.nrcnrc.gc.ca/npsi/ctrl?action=rtdoc&an=1688530>
- Schmidt, J. H. (2014). Twitter and the rise of personal publics. En Weller, K., Bruns, A., Burgess, J., Mahrt, M. y Puschmann, C. *Twitter and Society*. (pp. 3-14). New York: Peter Lang.
- Takeichi, Y., Sasahara, K., Suzuki, R. y Arita, T. (2015). Concurrent Bursty Behavior of Social Sensors in Sporting Events. *PLOS ONE*, 10(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144646>.
- Teece, D. J., Pisano, G. y Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533. <https://www.jstor.org/stable/3088148>.
- Universidad de Antioquia y Universidad Nacional de Colombia (2020). *Informe Encuentros Sectoriales y Poblacionales. Sistematización de experiencias en los territorios. Alianza estratégica Integral*. Medellín, Colombia: Alcaldía de Medellín.
- Vallès, J. M. (2007). *Ciencia política: una introducción*. Ariel. <https://ovejascopieldelobo.files.wordpress.com/2016/01/josep-m-valles-ciencia-politica-una-introduccion.pdf>.
- Wang, D., Amin, M. T., Li, S., Abdelzaher, T., Kaplan, L., Gu, S., Pan, C., Liu, H., Aggarwal, C., Ganti, R., Wang, X., Mohapatra, P., Szymanski, B. y Le, H. (2014). Using humans as sensors: an estimation-theoretic perspective. 13th international symposium on information processing in sensor networks [Conferencia]. Berlín, Alemania. <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6846739/>.

Yang, M.C. y Rim, H.C. (2014). Identifying interesting Twitter contents using topical analysis. *Expert Systems with Applications*, 41(9), 4330–4336. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.12.051>.

PARTE B

**ENSEÑANZA Y
FORMACIÓN
INVESTIGATIVA PARA EL
MEDIO AMBIENTE**

CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES UNIVERSITÁRIOS DE MATEMÁTICAS SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO E USO DAS TIC

*Conceptions of mathematics university professors on the
implementation and use of ICT*

Jakeline Amparo Villota Enríquez

Universidade Federal do Pará Belém. Brasil

© <https://orcid.org/0000-0003-3086-8268>

✉ javillota@hotmail.com

María Teresa González Astudillo

Universidad de Salamanca

Salamanca. España

© <https://orcid.org/0000-0003-4800-365X>

✉ maite@usal.es

Resumo. O presente trabalho tem como objetivo examinar as evidências existentes sobre a incidência das concepções dos professores universitários de matemáticas na prática pedagógica do professor e nos procesos de ensino e aprendizagem das matemáticas. A partir do desenho metodológico, este estudo se baseia em uma revisão sistemática da literatura sobre estudos relacionados às concepções dos professores universitários de matemáticas onde os artigos são identificados, categorizados e analisados, apontando suas características e sintetizando os principais tópicos de pesquisa e seu conteúdo. Para isso, a base de dados consultada foi Scopus por seu grande re-

Cita este capítulo

Villota Enríquez, J. A. y González Astudillo, M. T. (2022). Concepções dos professores universitários de matemáticas sobre a implementação e uso das TIC. En: Villota Enríquez, J. A.; González Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. científicos). *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*. (pp. 161-181). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

conhecimento internacional onde foram selecionados um total de cinco artigos científicos correspondentes aos anos 1990-2020 cujos conteúdos versavam sobre concepções de ensino das matemáticas no contexto da universidade. Os resultados mostram diferentes aspectos como: a autoria dos artigos, os periódicos onde foram publicados, o tipo de pesquisa, tipos de concepções, técnicas de coleta de dados utilizadas e os tópicos de pesquisa inerentes às concepções dos professores universitários de matemáticas. Além disso, se realizou uma análise focada no conteúdo de quatro (4) tópicos identificados: a caracterização das concepções dos professores, competência geradas pelas concepções, a utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino e, finalmente a influência das concepções dos professores na prática pedagógica.

Palavras-chave: Concepções, professores universitários de matemáticas, prática pedagógica, recursos tecnológicos.

Abstract. The present work aims to examine the existing evidence on the incidence of the conceptions of university teachers of mathematics in the pedagogical practice of the teacher and in the teaching and learning processes of mathematics. From the methodological design, this study is based on a systematic review of the literature on studies related to the conceptions of university mathematics teachers where the articles are identified, categorized and analyzed, pointing out their characteristics and synthesizing the main research topics and their content. For this, the database consulted was Scopus for its great international recognition where a total of five scientific articles corresponding to the years 1990-2020 were selected, whose contents dealt with concepts of teaching mathematics in the context of the university. The results show different aspects such as: the authorship of the articles, the journals in which they were published, the type of research, types of conceptions, data collection techniques used and the research topics inherent to the conceptions of university mathematics teachers. In addition, an analysis was carried out focused on the content of four (4) identified topics: the characterization of the

teachers' conceptions, competence generated by the conceptions, the use of technological resources in the teaching process and, finally, the influence of the teachers' conceptions in practice pedagogical.

Keywords: Conceptions, university mathematics teachers, pedagogical practice, technological resources.

Resumen. El presente trabajo tiene como objetivo examinar la evidencia existente acerca de la incidencia de las concepciones de los docentes universitarios de matemáticas en la práctica pedagógica del docente y en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Desde el diseño metodológico, este estudio se basa en una revisión sistemática de la literatura sobre estudios relacionados con las concepciones de los docentes universitarios de matemáticas donde se identifican, categorizan y analizan los artículos, señalando sus características y sintetizando los principales temas de investigación y su contenido. Para ello, la base de datos consultada fue Scopus, por su gran reconocimiento internacional donde se seleccionaron un total de cinco artículos científicos correspondientes a los años 1990-2020, cuyos contenidos versaron sobre conceptos de la enseñanza de las matemáticas en el contexto de la universidad. Los resultados muestran diferentes aspectos como: la autoría de los artículos, las revistas en las que fueron publicados, el tipo de investigación, los tipos de concepciones, las técnicas de recolección de datos empleadas y los temas de investigación inherentes a las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas. Además, se realizó un análisis centrado en el contenido de cuatro temas identificados: la caracterización de las concepciones de los docentes, la competencia generada por las concepciones, el uso de los recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza y, finalmente, la influencia de las concepciones de los docentes en la práctica pedagógica.

Palabras clave: Concepciones, profesores universitarios de matemáticas, práctica pedagógica, recursos tecnológicos.

Introdução

Na pesquisa em Educação Matemática, um campo de grande interesse é o relacionado às concepções de professores. O interesse pelo estudo das concepções dos professores reside na influência que exercem no processo de ensino / aprendizagem da matemática (Pajares, 1992; Defez, 2005; Bohorquez, 2014; De la Pienda, 1992; Moreno, 2000; Furtado, 2014, Villota & González, 2017).

Dentro das concepções dos professores de matemática podemos encontrar aquelas que estão relacionadas com o uso e utilização de ferramentas tecnológicas como telefones celulares, tablets, computadores, entre outros, na sala de aula. Essas concepções estão ligadas ao processo de integração de novos dispositivos tecnológicos durante o ensino e a aprendizagem da matemática.

Apesar das mudanças na prática pedagógica que estão ocorrendo com a introdução da tecnologia em sala de aula, os professores e suas concepções não estão sendo levados em consideração. No entanto, Goos & Bennison (2002), reconhecem que a tecnologia ainda desempenha um papel marginal nas salas de aula de matemática. É por isso que é o momento de analisar as concepções dos professores sobre a implementação e uso das TIC para o ensino de conteúdos matemáticos. Neste estudo, pretende-se determinar quais são os diferentes elementos que compõem essas concepções, tais como formação na área disciplinar (conteúdos matemáticos), vivências (afetivo-emocional-acadêmicas), componentes comportamentais, entre outros.

Os pesquisadores que estudam as concepções na área da matemática (Thompson, 1992; Gil & Rico, 2003; Llinares, 1991; Hudson, 1999) mostram que as pesquisas sobre concepções têm sido abordada nos últimos anos a partir de diferentes linhas de pesquisa. No entanto, o tema das concepções ainda não foi amplamente explorado em níveis como, por exemplo, o universitário, por isso é de grande interesse ser estudado.

Desta modo, Gil e Rico (2003) assumem as concepções como marcos implícitos, que possuem uma determinada estrutura com o propósito de organizar diferentes conceitos que possuem uma natureza cognitiva que se ajusta à forma de realizar determinada tarefa. Adicionalmente, Llinares (1991) argumenta que as concepções estão relacionadas com a estrutura cognitiva do sujeito; ou seja, se visualiza não apenas como um componente cognitivo, mas como toda uma estrutura que inclui componentes cognitivos, sistemas, entre outros elementos que compõem a estrutura.

Ao estabelecer a concepção como uma componente cognitivo deve ser consensual e validada por meio de certos procedimentos, por isso vale a pena nos perguntar: Que relação existe entre o componente cognitivo e a estrutura cognitiva? Será que o componente cognitivo pode chegar a ser em algum momento a mesma estrutura cognitiva? Como eles estão ligados? (Claro, se existe dita vinculação).

As concepções fortalecem a estrutura que cada professor organiza de seus conhecimentos, pois as concepções são o resultado do raciocínio e da compreensão de um determinado conceito ou tema, sem esquecer que elas estão em contínuo movimento. Nesse sentido, as concepções não são estáticas, pelo contrário, estão em contínuo movimento, visto que o professor reflete sobre elas para assumir uma determinada postura, também são continuamente atualizadas levando em consideração diferentes fatores como: disciplina, contexto, ferramentas tecnológicas, entre outras.

Por outro lado, a mudança educacional está ligada a diversos fatores como sociais ou culturais que desempenham um papel fundamental na construção das concepções do professor; ou seja, o processo de construção das concepções do professor influencia nas diferentes mudanças curriculares gerando muitas vezes limitações no respeito ou, ao contrário, abrindo novas portas por meio de suas próprias concepções estabelecidas a partir de conhecimentos disciplinares, os quais devem ser indexados e/ou relacionados com o processo de aprendizagem (Arancibia & Badia, 2015).

Estamos em um momento de mudanças nos currículos, principalmente no campo da matemática, que envolvem o uso de novas ferramentas tecnológicas como plataformas educacionais virtuais, softwares educacionais, entre outros que procuram fortalecer e/ou favorecer a aprendizagem das matemáticas. Isso implica uma mudança integral que segundo Moreno & Azcarate (2003, p. 278) implica “[...] a necessidade de um debate e reflexao seria sobre a utilidade, o interesse e a importância dos conteúdos atuais para a aprendizagem e o ensino mediado pela novas tecnologias e condicionadas pelas demandas sociais”.

As concepções dos professores que ensinam matemática estão organizadas em uma determinada estrutura ligada aos aspectos cognitivos, e a diferentes elementos como: conceitos, teorias, ideias, entre outros que ajudam a construí-los. Essas concepções dos professores de matemática influenciam de sobremaneira na prática pedagógica e, portanto, no processo de aprendizagem do aluno, por isso é interessante realizar estudos a esse respeito. Consequentemente, neste estudo as concepções são estruturas mentais generalizadas e / ou quadros organizadores implícitos de conceitos que estão relacionadas com a parte cognitiva do sujeito, que visam organizar diferentes conceitos, a fim de realizar uma determinada atividade.

Metodologia

A revisão sistemática é um processo em que se esquematiza os resultados de diversas pesquisas originais; ou seja, é um trabalho de pesquisa bibliográfica que tem como propósito sintetizar objetivamente e metodologicamente os estudos acadêmicos publicados sobre uma determinada temática (Fernández e Buela, 2009; Perestelo, 2013; Sánchez, 2010; Green e Higgins, 2008; Biolchini, Gomes, Cruz e Horta, 2005). É importante ressaltar que existem multiplex protocolos para realizar uma revisão de literatura, porem neste estudo ter-se em conta cinco aspectos fundamentais: Formulação da pergunta de pesquisa, estratégia de pesquisa, seleção dos artigos acadêmicos, extração

da informação e resumo dos resultados, ao quais foram estabelecidos por Biolchini et al. (2005)

Formulação da pergunta de pesquisa

A pergunta de pesquisa nasce do problema a pesquisar e é a brecha que traça a eixo do estudo de pesquisa pelo que sua formulação deve ser clara e dar conta da problemática a tratar na pesquisa. Assim as perguntas que direcionaram esta revisão sistemática são:

P.1. Que concepções manifestam os professores universitários de matemáticas sobre o ensino das matemáticas?

P.2. Quais são as concepções dos professores universitários de matemáticas ligadas à implementação e uso dos recursos TIC?

P.3. Que recursos TIC utilizam os professores universitários de matemáticas para o ensino das matemáticas?

P.4. Que elementos educativos estão imersos nas concepções dos professores universitários de matemáticas?

Estratégia para procurar os artigos acadêmicos

As revisões sistemáticas requerem de diferentes estratégias para procurar os artigos científicos e que permitam aprofundar na temática selecionada sem perder a relevância do tema no contexto científico.

Em consequência, para procurar os artigos sobre as concepções dos professores universitários de matemáticas, se escolho a base de dados Scopus por seu impacto no contexto internacional sobressaindo como uma das mais seletivas pela comunidade acadêmica mundialmente e permitindo encontrar diversas bibliografias científicas com grande divulgação e por tanto com muita visibilidade internacionalmente em diferentes campos do conhecimento (Villamón, Job, Valenciano e Devís, 2012).

A procuração dos artigos acadêmicos se gerou a partir de palavras chaves derivadas das perguntas de pesquisa nos idiomas como: inglês, português e espanhol com seus respectivos acrônimos e combinações, tais como: concepções, matemática, ensino, educação superior; concepções + ensino, concepções + ensino + matemática, ensino + matemática + educação superior, etc. adicionalmente se complementaram mediante os aperadores AND e OR com o propósito de selecionar conjunto de dados específicos. Assim, a procuração dos árticos abarcou o título, palavras chaves, resumo e o período correspondente desde o ano 1990 até o mês de setembro de 2020.

Neste sentido, os *critérios de inclusão* para procuração dos artigos acadêmicos foram:

- a) Os artigos devem estar publicados em revistas científicas indexadas atualmente na base de dados Scopus[®],
- b) Aceso aberto para ser download
- c) Artigos completos
- d) Os contextos dos artigos devem corresponder ao Ensino Superior.
- e) Tipo de estudo (os artigos acadêmicos só podem ser experimentais).
- f) Os resultados aportados pelos artículos referem-se a aspectos relacionados com as concepções dos professores universitários no processo s de ensino e aprendizagem das matemáticas.

Analogamente, os *critérios de exclusão* para esta revisão sistemática foram os seguintes:

- a) Literatura cinzenta
- b) Modelos animais
- c) Artigos incompletos
- d) Artigos que não correspondam com o tipo de estudo.
- e) Artigos que não correspondam ao contexto do Ensino Superior.

Seleção dos artigos acadêmicos

Em relação aos critérios de inclusão e exclusão que foram definidos previamente se realizou a seleção dos artigos. Além disso, para a seleção dos artigos acadêmicos se tiveram em conta diferentes elementos como: duplicação e incompletude do artigo.

Resultados

A continuação de apresentam os resultados procedentes do análises de diversos aspetos relacionados com os artigos publicados e sua autoria, assim como as técnicas de coleta de dados e tipo de pesquisa utilizada para o desenvolvimento do trabalho. Inicialmente sem filtrar a os artigos científicos enfocados na temática de “concepções dos professores de matemáticas” se encontraram 523 documentos. Seguidamente, para a pré-seleção onde se considerado elementos como: campo da Educação Matemática, duplicação, incompletude e idioma, se obtiveram 22 artigos acadêmicos. Posteriormente, na seleção se obtiveram 5 artigos acadêmicos onde se caracterizaram por serem estudos experimentais e do contexto da Educação Superior e além disso cumprirão todos os critérios estabelecidos anteriormente. Assim, a filtração dos artigos científicos consultados na base de dados Scopus foi sendo reduzida tendo em conta os critérios de inclusão e exclusão tal como se apresenta a continuação:

Tabela 1. Filtração dos artigos acadêmicos de Scopus.

Artigos procurados		Pré-seleção	Seleção
Ano	Número de artigos	Número de artigos	Número de artigos
1990	2	1	0
1991	2	0	0
1992	3	0	0
1993	0	0	0
1994	4	0	0

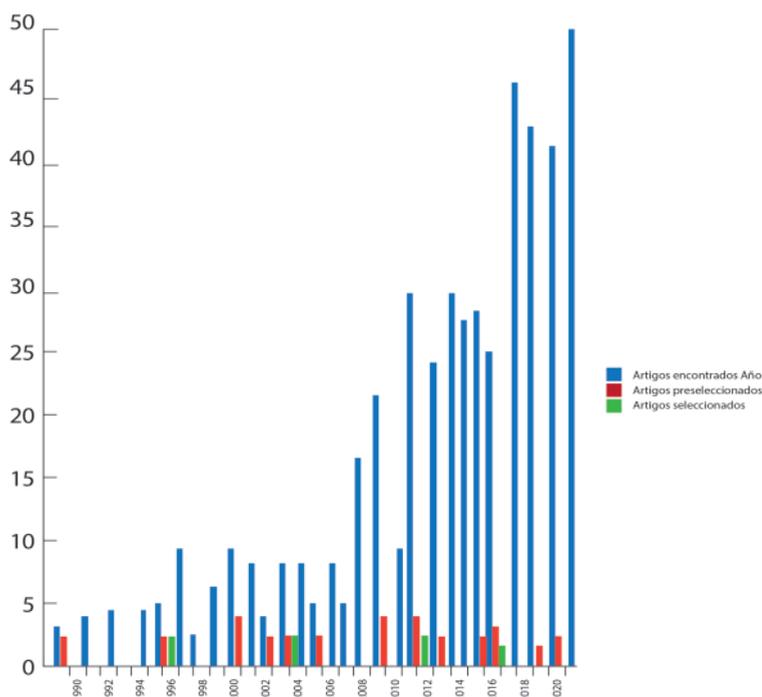
Artigos procurados		Pré-seleção	Seleção
Ano	Número de artigos	Número de artigos	Número de artigos
1995	5	1	1
1996	9	0	0
1997	2	0	0
1998	6	0	0
1999	9	2	0
2000	7	0	0
2001	4	1	0
2002	7	1	1
2003	7	0	0
2004	5	1	0
2005	7	0	0
2006	5	0	0
2007	17	0	0
2008	23	4	0
2009	10	0	0
2010	31	4	2
2011	25	1	0
2012	31	0	0
2013	28	0	0
2014	29	1	0
2015	25	0	0
2016	36	2	1
2017	47	0	0
2018	44	1	0
2019	43	2	0
2020	50	0	0
Total	523	22	5

Fonte: Elaboração própria (2021).

Na tabela 1 se pode observar que na primeira fase se procuraram na base de dados Scopus um total de 523 artigos que fazem referência às concepções dos professores de matemáticas. Na segunda fase, se fiz

uma pré-seleção onde se obtém 22 artigos. E na terceira fase se realizou a seleção de 5 artigos de tipo experimental com as características antes enunciadas. Assim, a continuação se mostra a través de a figura 1 a proporcionalidade dos artigos mediante as três fases.

Figura 1. Fases da seleção dos artigos 1990-2020



Fonte: Elaboração própria (2021).

Por outro lado, na tabela 2 se apresentou a caracterização dos artigos seleccionados com a finalidade de descrever informações que estão imersos nas diferentes características. É importante ressaltar que a denominação NA denota não aplica. Assim algumas das características que encontraremos na tabela de são: nome do artigo científico, autores, ano, revista científica, volumem da revista, número da revista, DOI da revista e número de citações em Google Academic., tal como se apresenta a continuação:

Tabela 2. Informações sobre os artigos selecionados.

Artigo	Autores	Año	Revista	Vol.	Núm.	DOI	Citações
A1: Project Work In University Mathematics Education A Danish Experience: Aalborg University.	-Renuka Vithal -Iben Christiansen -Ole Skovsmose	1995	Educational Studies in Mathematics	29	2	N/A	47
A2: University Teachers' Conceptions of Memorising in Learning Science.	-Ian Cooper -Miriam Frommer, -Sue Gordon -Jackie Nicholas	2002	Higher Education Research & Development	21	3	10.1080/072943-60220-00020797	11
A3: Integrating technology into mathematics teaching at the university level.	-Zsolt Lavicza	2010	ZDM – Mathematics Education.	42	NA	10.1007/s11858-009-0225-1	25
A4: As Concepções de Professores de Matemática em Início de Carreira sobre as Contribuições da Formação Inicial para a Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação	-Reginaldo Fernando Carneiro -Cármén Lúcia Brancaglioni Passos.	2010	Bolema	23	36	291221-905011	21
A5: Mathematics teachers' conceptions and constraints for changing teaching practices in Brazilian higher education: an analysis through activity theory	-Dilhermano Ferreira Campos -Márcia Maria Fusaro Pinto	2016	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	47	8	10.1080/002073-9X.2016.1193637	2

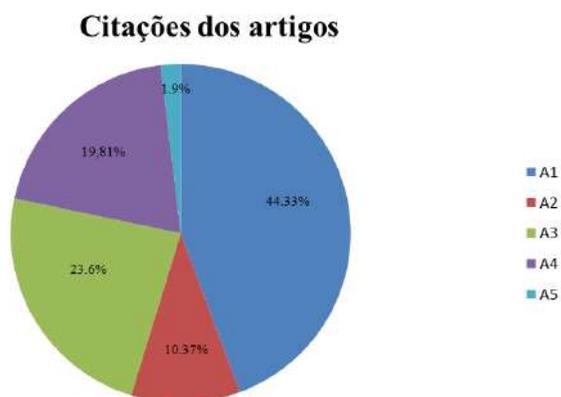
Fonte: Elaboração própria (2021).

Na tabela 2 se evidencia que o período do tempo de produção entre cada uns dos artigos esta entre 7-8 anos e somente no 2010 se tem dois artigos publicados na base de dados Scopus. Além disso, a produção foi feita em duplas, ternas e quaternárias de autores e só A2 tem um só autor. Enquanto às características das revistas acadêmicas, quase todas contam com DOI só A1 não tem DOI. Analogamente, todos os artigos

mostram o volumem da revista, porém quase todos os artigos científicos têm número da revista, só A3 não apresenta número da revista.

Na mesma direção, todos os artigos foram citados em outros artigos científicos, porém alguns tiveram um número maior de citas como, por exemplo, A1, A3 e A4 enquanto A2 e A5 tiveram menos citações, tal como se apresenta na figura 2:

Figura 2. Citações dos artigos científicos selecionados.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Na figura 2 se pode observar que o artigo A1 tem um 43.33% de citações em outros documentos científicos, seguidamente A2 conta com o 10.37% de citações em publicações acadêmicas, posteriormente A3 tem 26.6% de citações em artigos científicos, adicionalmente A4 possui 19.81% de citações em material científico e finalmente A5 mostra um 1.9% de citações em outros textos acadêmicos. De este modo, a organização dos artigos centrados no número de citas segundo Google Academic de forma decrescentes é: A1, A3, A4, A2 e A5.

Por outro lado, na tabela 4 se apresentam os resultados obtidos sobre os artigos selecionados em relação às concepções dos professores universitários de matemáticas em torno à implementação e uso dos recursos TIC com a finalidade de responder às perguntas anteriormente traçadas nesta revisão sistemática.

Tabela 3. Resultados obtidos dos artigos seleccionados respecto à concepções dos professores universitários em torno ao uso e implementação dos recursos TIC.

ID	Objetivos	Tipo de pesquisa	Enfoque	Mostra (Professores)	Contexto	Instrumentos de coleta de dados	Concepções dos professores de matemáticas	Recursos TIC implementados no processo de ensino	Elementos educativos ligados às concepções dos professores
A1	-Analisar o trabalho de projetos na educação matemática universitária. -Descrever e criticar o que pode ser considerado uma prática incomum no ensino e aprendizagem de matemática universitária e tornar essa prática acessível a outros ambientes educacionais.	Qualitativa	Trabalho em projetos	6	Universidade de Aalborg (Dinamarca)	-Entrevista	- Construtivistas. - A noção do trabalho em projetos tem modificações na prática.	-Artefatos tecnológicos (Dispositivos)	-Resolução de problemas. -Metodologias participativas mediante o trabalho de projeto. -Interdisciplinaridade -Estudos dirigidos
A2	-Descreve como os professores universitários concebe o memorização e a relação entre memorização e compreensão em suas disciplinas.	Qualitativa	Fenomenografia	16	Universidade de Sydney (Australiá)	-Entrevista (semi-estruturada)	-Rol mínimo -Como um Trampolim -Parte chave	-Artefatos tecnológicos (computador, etc.)	-Memorização -Compreensão -Estratégias de ensino -Avaliação
A3	-Examinar o alcance atual do uso da tecnologia nas universidades. -Descobrir as opiniões dos matemáticos sobre o papel da tecnologia na alfabetização matemática e os planes de estudo. -Explorar os fatores que influem na integração da tecnologia nas matemáticas mediante o ensino e aprendizagem nas universidades.	Misto	Método misto	1103 (Quantitativa) 22 (Qualitativa)	-Hungria -Reuni Unido -Estados Unidos	-Entrevista -Observação em aula -Revisão de matérias curriculares -Questionário online	-Instrumentalistas -A formação dos professores sobre os recursos TIC eles a assumem mediante tutorias e manuais (experimental). -A integração de software educativas requiere de tempo na preparação de aulas	-Software educativo (CAS). -Artefatos tecnológicos (computador, calculadoras, laboratórios de computação, etc.)	-Metodologias modernas. -Avaliação -Pesquisa na campo da Educação matemática.

ID	Objetivos	Tipo de pesquisa	Enfoque	Mostra (Professores)	Contexto	Instrumentos de coleta de dados	Concepções dos professores de matemáticas	Recursos TIC implementados no processo de ensino	Elementos educativos ligados às concepções dos professores
A4	-Discutir as possíveis contribuições que o curso de Licenciatura em Matemática da UFScar que proporcionou para a situação docente de professores em início de carreira na utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).	Qualitativa	Qualitativa-interpretativa	20	Universidade Federal de São Carlos (Brasil)	-Questionários -Entrevistas semiestruturada	- Escassez de conhecimentos sobre o uso das TIC na formação. - A simulação de uma aula na universidade mediante re-cursos TIC é diferente da utilização desse instrumento numa sala de aula com uma grande quantidade de alunos.	-Software educativos (Cabri, Géométre e Maple V). -Artefatos tecnológicos (computador, tablet, etc.).	-Estratégias metodológicas. -Práticas docentes. -Tarefas computacionais.
A5	Criar um novo modelo de práticas de ensino para as aulas do primeiro ano da área de Ciências Exatas, que inicialmente estavam sendo experimentadas em salas especiais para alunos do primeiro curso de cálculo diferencial e integral.	Qualitativa	Teoria da atividade histórico-cultural.	7	Universidade Federal de Minas Gerais (Brasil)	-Entrevistas -Test	-Concepções Vygotkiana. -Concepções de Engeström.	-Artefatos tecnológicos. (Dispositivos)	-Projeto REUNI (Reestruturação e Ampliação das Universidades Federais). -Sistemas de avaliação. -Técnicas de ensino. -Materiais didáticos

Fonte: Elaboração propia (2021).

Resumo dos resultados

Os cinco artigos selecionados descrevem as concepções dos professores universitários de matemáticas centrados na implementação e uso de recursos TIC. A continuação se retomara os resultados em relação com as perguntas formuladas:

P.1. Que concepções manifestam os professores universitários de matemáticas sobre o ensino das matemáticas?

Dos cinco artigos científicos e o análises de dados da tabela 3 se poder afirmar que as concepções dos professores universitários de matemáticas estão relacionadas com diferentes elementos educativos, como por exemplo: recursos TIC, metodologias, projetos, avaliações académicas, tarefas computacionais, materiais didáticos entre outros que influenciam nos processos de ensino e aprendizagem das matemáticas. Assim, as concepções dos professores sobre o ensino das matemáticas identificadas nos artigos A1, A2, A3, A4 e A5 compartilham o uso e utilização de recursos TIC particularmente os diferentes tipos de artefatos tecnológicos tais como: Dispositivos e Software educativos.

É importante ressaltar que as concepções dos professores universitários sobre o ensino das matemáticas identificadas nos artigos A1, A2, A3, A4 e A5 tem diferentes enfoques de pesquisa e isso termina influenciando nas mesmas. De este modo, em A1 o enfoque da pesquisa foi a través de trabalho em projetos pelo que as concepções dos professores sobre o ensino das matemáticas foram construtivas, ou seja, estiveram imersas no desenvolvimento dos projetos orientados.

Em A2, o enfoque de pesquisa foi fenomenografico pelo que as concepções dos professores universitários estiveram focalizadas na memorização e compreensão nos processos de ensino e aprendizagem das matemáticas gerando-se três concepções: Rol mínimo, como um Trampolim e parte chave; ou seja, no rol mínimo a memorização não foi relevante nos processos de ensino e aprendizagem para a compreensão dos conteúdos matemáticos, enquanto na concepção como

um trampolim a memorização foi um elemento que ajudou a realizar a compreensão dos conteúdos matemáticos e finalmente na parte chave a memorização foi fundamental para gerar a compreensão de ditos conteúdos matemático. Em A3 e A4 os enfoques de pesquisa se complementam pelo que as concepções dos professores identificadas compartilham diferentes elementos tais como: conhecimento sobre os recursos TIC, relação entre a prática e teoria dos conteúdos matemáticos e a instrumentalização. Em A5 o enfoque da pesquisa é qualitativo e se identificam duas concepções dos professores: concepções Vygostkiana e concepções de Engeström.

P.2. Quais são as concepções dos professores universitários de matemáticas ligadas à implementação e uso dos recursos TIC?

Na tabela 4 se observa que os artigos onde os professores universitários de matemáticas expressam de forma direta suas concepções em relação ao uso e implementação de recursos TIC são A3 e A4 enquanto nos artigos A1, A2 e A5 se mostram de forma indireta. Nos artigos A3 e A4 as concepções dos professores estão ligadas à formação que eles tiveram em relação ao manejo dos recursos tecnológicos (Dispositivos e software educativos) reconhecendo que tem sido feita mediante a experimentação própria a través de tutoriais online, manuais, entre outros meios que utilizam para sua formação. Enquanto aos artigos A1, A2 e A5 as concepções instrumentalistas, construtivas, Vygostkianas e de Engeström não se focalizam no uso e implementação dos recursos TIC de forma direta, mas se enunciam alguns tipos de dispositivos como, por exemplo: computador, representações gráficas, celulares, etc. nos processos de ensino e aprendizagem das matemáticas no contexto universitário.

P.3. Que recursos TIC utilizam os professores universitários de matemáticas para o ensino das matemáticas?

Na tabela 4 a traves das concepções dos professores universitários de matemáticas se evidenciam nos artigos A1, A2, A3, A4 e A5 dois tipos de recursos TIC para o ensino da matemática tais como: dispositivos

e softwares educativos. Alguns tipos de dispositivos são: computadores, calculadoras graficadoras, tablets, entre outros. No software educativo se têm: CAS, Cabri, Géomètre e Maple V, etc.

P.4. Que elementos educativos estão imersos nas concepções dos professores universitários de matemáticas?

Na tabela 4 se apresentam os diversos elementos nos artigos A1, A2, A3, A4 e A5, os quais estão imersos nas concepções dos professores universitários de matemáticas como, por exemplo: metodologias, estratégias de ensino, avaliação, práticas docentes, tarefas computacionais, matérias didáticos, técnicas de ensino, projetos de pesquisa, estudos dirigidos, compreensão, memorização, interdisciplinaridade, etc. Estes elementos têm influenciado as concepções dos professores universitários de matemáticas nos processos de ensino e aprendizagem das matemáticas e nas práticas docentes.

Conclusões

As concepções dos professores universitários no ensino das matemáticas se descrevem desde diferentes enfoques de pesquisa como, por exemplo: trabalho em projetos, teoria da atividade histórica cultural, fenomenografica, qualitativa interpretativa e método misto onde os professores a traves das entrevistas e questionários manifestam as mesmas. Assim, existem diversas concepções dos professores universitários em torno ao processo de ensino das matemáticas tais como: construtivas, Rol mínimo, como um trampolim, parte chave, instrumentalista, Vygostkiana, Engeström, etc. que terminam influenciando sua pratica pedagógica.

Particularmente, as concepções dos professores universitários de matemáticas centradas no uso e implementação de recursos TIC se evidenciam que estão ligadas a processos de formação “informais” os quais se efetuam a traves de autoaprendizagem e a experiência me-

diante tutoriais online, tutorias impressos, manuais, etc. onde os professores adquirem os conhecimentos sobre a manipulação e manejo das diferentes tipos de recursos TIC. Neste sentido, os professores universitários a traves as concepções expressam que conhecem dois tipos de recursos tecnológicos, tais como dispositivos (computador, tablets, celulares, laboratório de sistemas) e software educativos (Cabri, Géomètre e Maple V, CAS), os quais são de utilizados e implementados nos processos de ensino e aprendizagem das matemáticas.

Deste modo, as concepções dos professores universitários sobre o ensino das matemáticas centradas no uso e implementação de recursos TIC estão imersos em diversos elementos educacionais como: metodologia, matérias didáticos, pratica docentes, etc. que influenciam transversalmente as concepções dos professores no manejo e integração dos recursos TIC nos processos de ensino e aprendizagem das matemáticas. Especificamente, a traves das concepções dos professores se evidencia que a implementação de recursos TIC requiere de mais tempo para o desenho de atividades matemáticas e planejamento dos conteúdos matemáticas para ser ensinados, pelo que integrar as TIC nos processos de ensino e aprendizagem das matemáticas pode terminar transformando-se em todo um desafio para os professores.

Em relação à revisão sistemática realizada neste estudo, pode-se concluir que as concepções dos professores universitários em torno ao uso e implementação dos recursos TIC influenciam na prática pedagógica e também nos processos de ensino e aprendizagem da matemática. Em relação às limitações deste estudo se encontra o número reduzido de artigos científicos no contexto do Ensino Superior no período de 1990-2020; ou seja, existe uma escassez grande sobre a debate, discurso e pesquisa das concepções dos professores universitários de matemáticas sobre o uso e implementação dos recursos TIC nos processos de ensino e aprendizagem das matemáticas.

Referências Bibliográficas

- Arancibia, M. M. y Badia, A. (2015). Concepciones de profesores de secundaria sobre enseñar y aprender Historia con TIC. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(2), 62-76. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/voll7no2/contenido-arancibia.html>
- Biolchini, J., Gomes, P., Cruz, A, y Horta, G. (2005). Systematic Review in Software Engineering. Extraído de <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/es67905.pdf>. Consulta: 01/04/19.
- Bohorquez, L. (2014). *Las creencias vs las concepciones de los profesores de matemáticas y sus cambios*. Artículo 1611. Memorias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires, Argentina.
- De la Pienda, J. A. (1999). Filosofía de las creencias. *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica*, 92, 239-48.
- Defez, A. (2005). ¿Qué es una creencia? *Logos: Anales del Seminario de Metafísica*. 38(38), 199-221.
- Fernandez, L., e Buela, G. (2009). Standards for the preparation and writing of Psychology review articles. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 9(2), 329-344.
- Furtado, M. R. (2014). *Uma Discussão Acerca do Conceito de Crença* (Teses de mestrado). Universidade de Lisboa.
- Green, Sally & Higgins, Julian. (2008). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. England: Willey-Blackwell.
- Gil Cuadra, F. y Rico Romero, L. (2003). Concepciones y creencias del profesorado sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 27-47.
- Goos, M., & Bennison, A. (2002). Building learning communities to support beginning teachers' use of technology. Annual Conference of the Australian Association for Research in Education. Retrieved December 14, 2008, from <http://www.aare.edu.au/02pap/goo02058.Htm>

- Hudson et al. (1999). Didaktik/fachdidaktik as science(-s) of the teaching profession?. *Thematic Network of Teacher Education Europe* 2(1) p. 1-261. ISSN 1403-5782.
- Llinares S. (1991). *La formación de profesores de matemáticas*. Sevilla: GID.
- Moreno, M. (2000). *El profesor universitario de matemáticas: estudio de las concepciones y creencias acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Moreno, M y C. Azcárate (2003). Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Enseñanza de las Ciencias* 21(2), 265-280.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Perestelo, L. (2013). Standards on how to develop and report systematic reviews in Psychology and Health. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 13(1), 49-57.
- Sánchez, J. (2009). Plataformas de enseñanza virtual para entornos educativos. *Redalyc*, 1-19.
- Thompson, A. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: A synthesis of research. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). Nueva York: Macmillan.
- Villota, J. & González, M. (2018). Concepções dos professores universitários de matemáticas sobre a implementação e uso das TIC para o ensino de conteúdos matemáticos. *Congresso Internacional ABED de Educação a Distância*. DOI: 10.17143 / ciaed / XXIVCIAED.2018.6567

POSIÇÃO RELATIVA DE RETAS NO ESPAÇO: O COMPUTADOR ENTRE O QUE OS OLHOS E A MENTE VEEM

*Relative position of lines in space: the computer between what
the eyes and mind see*

Paulo Diniz

Universidade Licungo. Beira, Moçambique

© <https://orcid.org/0000-0001-9573-7897>

✉ padibene2@yahoo.com.br

Resumo. O presente trabalho tem o objetivo de descrever aspectos relevantes de uma experiência de ensino com estudantes de Licenciatura em Ensino de Matemática, na Universidade Licungo, em Moçambique. Essa experiência de ensino foi motivada pelo baixo desempenho dos estudantes quando resolveram um teste escrito na disciplina de geometria analítica. Com foco em uma das questões que compunham o teste escrito, surgiu a necessidade de responder a seguinte pergunta:

Como discutir a resolução da tarefa matemática exposta aos estudantes para que eles compreendam a racionalidade da produção da sua solução? Para responder a essa pergunta foi necessário realizar um experimento de ensino, em sala de aula, onde o estudantes foram observados em atividade matemática e desencadeados processos de interação professor-aluno. Os resultados mostraram que os estudan-

Cita este capítulo

Diniz, P. (2022). Posição relativa de retas no espaço: o computador entre o que os olhos e a mente veem. En: Villota Enríquez, J. A.; González Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. científicos). *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*. (pp. 183-201). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

tes tinham dificuldades de relacionar os textos representados pelos desenhos que faziam nos seus cadernos e os textos emergentes da elaboração algébrica das soluções. Com isso, ficou evidente a contribuição do computador para dissipar aparentes incongruências entre os resultados obtidos através de desenhos em papel e da análise vetorial.

Palavras-chave: Geometria, Visualização, Computador, Reta.

Abstract. The present work aims to describe relevant aspects of a teaching experience with undergraduate students in Mathematics Teaching, at Universidade Licungo, in Mozambique. This teaching experience has been motivated by the low performance of the students when they solved a written test in the subject of Analytical Geometry. With a focus on one of the questions that made up the written test, it was necessary to answer the following question: How to discuss the resolution of the mathematical task exposed to students so that they understand the rationality of the production of their solution? To answer this question, it was necessary to carry out a teaching experiment, in the classroom, where students were observed in mathematical activity and triggered teacher-student interaction processes.

The results showed that students had difficulties in relating the texts represented by the drawings they made in their notebooks and the texts emerging from the algebraic elaboration of the solutions. With this, it was evident the computer's contribution to dispel apparent inconsistencies between the results obtained through paper drawings and vector analysis.

Keywords: Geometry, Visualizartion, Computer, Line.

Resumen. El presente trabajo tiene como objetivo describir aspectos relevantes de una experiencia docente con estudiantes de pregrado en Enseñanza de Matemáticas, en la Universidade Licungo, en Mozambique. Esta experiencia docente ha estado motivada por el bajo

rendimiento de los alumnos a la hora de resolver una prueba escrita en la asignatura de Geometría Analítica. Con foco en una de las preguntas que componían la prueba escrita, fue necesario responder la siguiente pregunta:

¿Cómo discutir la resolución de la tarea matemática expuesta a los estudiantes para que comprendan la racionalidad de la producción de su solución? Para responder a esta pregunta, fue necesario llevar a cabo un experimento de enseñanza, en el aula, donde los estudiantes fueron observados en la actividad matemática y desencadenaron procesos de interacción profesor-alumno. Los resultados mostraron que los estudiantes tuvieron dificultades para relacionar los textos representados por los dibujos que realizaron en sus cuadernos y los textos emergentes de la elaboración algebraica de las soluciones. Con esto, se hizo evidente la contribución de la computadora para disipar aparentes inconsistencias entre los resultados obtenidos a través de dibujos en papel y análisis vectorial.

Palabras clave: Geometría, Visualización, Ordenador, Línea.

Introdução

A Geometria quando bem explorada, oferece um grande campo de actividades onde os alunos podem utilizar diferentes artefactos e/ou ferramentas tecnológicas na exploração de diversos tipos de investigação geométrica. No conjunto de possíveis investigações geométricas podemos considerar, por exemplo, as seguintes:

- (a) Utilizando o Tangram ou Pavimentações, procurar figuras imersas nelas;
- (b) Completar figuras de forma a se assemelharem a outras dadas;
- (c) Construir figuras geométricas utilizando diversos materiais;
- (d) Encontrar todos os quadrados num geoplano 5x5;

- (e) Desenhar urna figura simétrica de urna dada;
- (f) Encontrar figuras iguais a urna dada mas com orientações diferentes;
- (g) Descobrir o ângulo entre duas rectas no espaço.

O desenvolvimento desse tipo de actividades, faz apelo ao conceito de visualização. Em linguagem popular, tal como considerado por Senechal (1991), a palavra visualização pode significar percepção espacial, correspondendo a reconstrução mental da representação de objectos em três dimensões. A ideia de percepção espacial, está inserida no que podemos chamar de pensamento visual que, para Senechal (1991), é o que fazemos quando reconhecemos rapidamente e manipulamos automaticamente símbolos de qualquer espécie.

Vamos assumir, neste trabalho, o conceito de visualização tal como é apresentado por Flores, Wagner e Buratto (2012, p. 33) quando citam Presmeg (1986), que considera a visualização como um *processo de construção e transformação de imagens mentais bem como de todo tipo de inscrições de natureza espacial, ambos usados na matemática*. A referência à Matemática, nessa definição, nos remete aos processos de visualização inscritos no contexto específico de ensino de conteúdos matemáticos. Nisso, propomos expor, sem intenção de aprofundar, a noção de visualização matemática, definida por Flores (2010) como o processo de formação de imagens e utilização dessas imagens para descobrir e compreender a Matemática.

Aprender Matemática, em particular Geometria, apela a realização de actividades que podem envolver as capacidades de visualização espaciais dos alunos. Além da aprendizagem da Geometria, a visualização espacial engloba um conjunto de capacidades relacionadas com a maneira como os alunos percebem o mundo em sua volta, e com a capacidade desses de interpretar e modificar os objectos.

Deve ser nesse contexto que muitos educadores matemáticos têm procurado formas de ultrapassar as dificuldades perceptuais que

muitos alunos enfrentam na compreensão de desenhos de figuras no espaço tridimensional, na interpretação de representações visuais de conceitos matemáticos e no estudo dos processos relacionados com a imaginação de entidades matemáticas.

Na senda dessas preocupações, pretende-se, com o presente trabalho, relatar uma **experiência de ensino** em que emergiu um problema inesperado, no contexto de ensino da Geometria Analítica, com estudantes do primeiro ano do Curso de Licenciatura em Ensino de Matemática, na Universidade Licungo – Beira. Em um teste escrito, entre outras questões, aos estudantes foi colocada a seguinte tarefa matemática:

Sejam “r” e “s”, equações de duas rectas do espaço tridimensional:

$$r: x = 2 + t \quad y = -3 \quad z = 4$$

$$s: x = 2 \quad y = -3 + t \quad z = 4 + t$$

a) Representar “r” e “s” graficamente, num único sistema de coordenadas cartesianas.

b) Qual é a posição relativa das duas rectas?

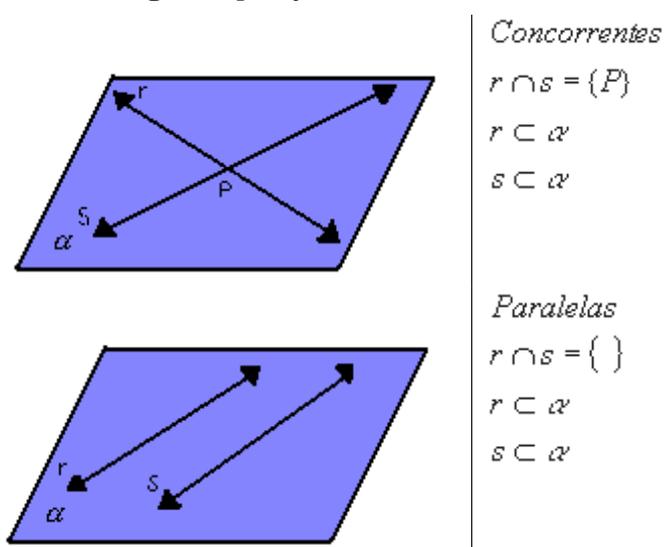
O objetivo dessa tarefa matemática era de desafiar a capacidade dos alunos na sua percepção espacial da posição relativa entre as duas rectas, tendo em consideração as perspectivas teóricas abordadas na disciplina de geometria analítica. Após a correção do teste, notou-se que a maioria dos estudantes respondeu erradamente a essa tarefa, tal como ilustra a tabela a seguir.

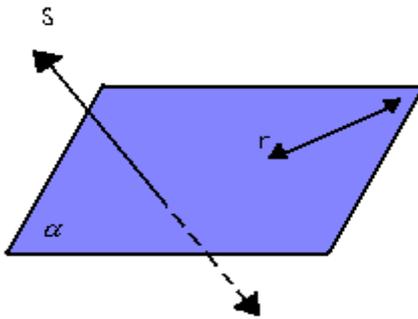
Tabela 1. Respostas dos estudantes da tarefa sobre posição relativa das rectas r e s ($N = 35$).

Respostas	r e s são Coincidentes	r e s são Concorrentes Oblíquas	r e s são Cruzadas
Número de estudantes	14	16	5

Os estudantes responderam a essa questão tendo em conta os gráficos que desenharam em seus cadernos. As figuras 3, 4 e 5, ilustram alguns desses gráficos. Eles consideram que retas coincidentes são aquelas que têm uma infinidade de pontos comuns. Rectas concorrentes oblíquas, conforme explicaram, são as que possuem apenas um ponto de interseção. Enquanto isso, consideram cruzadas as rectas não paralelas que se encontram em planos diferentes e que não se intersectam. No entanto, formalmente, quando se aborda a posição relativa de duas retas no espaço, três possibilidades são apresentadas (JACIR, 1949) conforme ilustrado nas figuras 1 e 2:

Figural. posição relativa de duas retas no espaço.



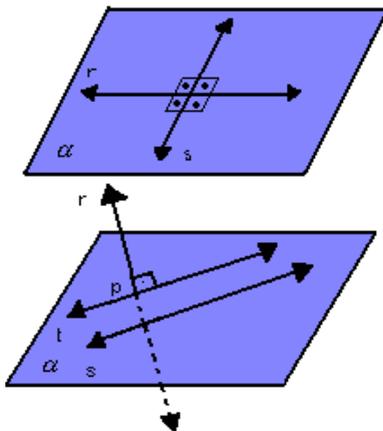


Reversas
A interseção entre r e s é vazia.
Ou seja, não existe um plano que contenha as duas retas simultaneamente

Fonte: Adaptado de Jacir (1949, pp: 198-200)

Dois casos adicionais são considerados (a) duas retas r e r são ortogonais se formarem entre si um ângulo reto e (b) duas retas r e s são perpendiculares se além de formarem um ângulo reto forem concorrentes.

Figura 2: retas perpendiculares e retas ortogonais.



retas perpendiculares: $r \perp s$

retas ortogonais: $r \perp s$

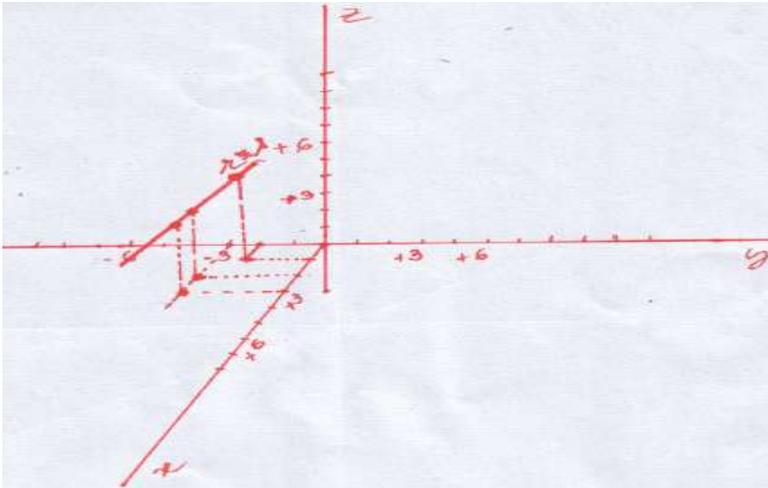
$r \perp t \text{ e } t \perp s \Rightarrow r \parallel s$
 $t \subset \alpha$
 $s \subset \alpha$

Fonte: Adaptado de Jacir (1949, pp: 198-200)

Note-se que o que os estudantes consideraram como retas coincidentes, corresponde ao caso particular de retas paralelas. As retas concorrentes oblíquas referidas pelos estudantes, significam as que

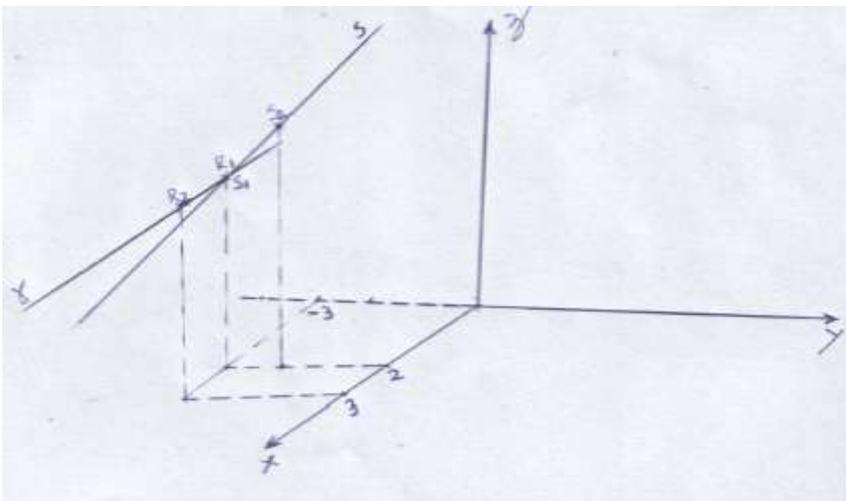
classificamos, formalmente, como concorrentes. Finalmente, as retas reversas foram designadas pelos estudantes como retas cruzadas.

Figura 3. As retas r e s são coincidentes (resposta de estudantes).



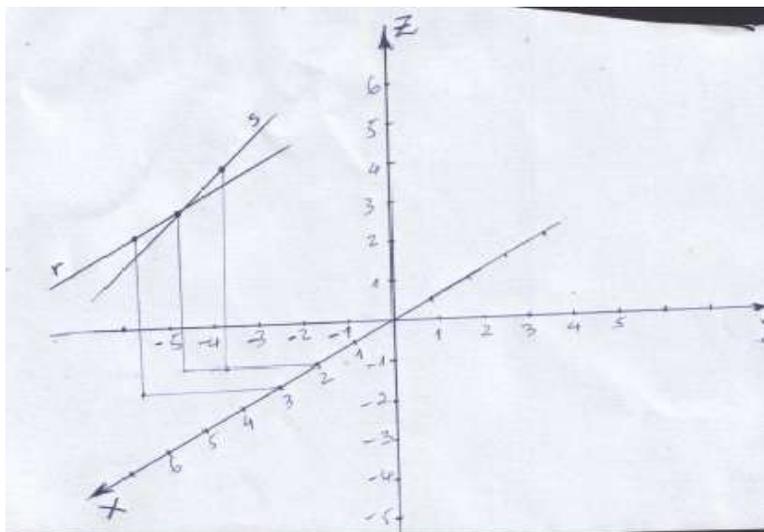
Fonte: O autor (2020).

Figura 4. As retas r e s são concorrentes oblíquas (resposta de estudantes).



Fonte: O autor (2020).

Figura 5. As retas r e s são cruzadas (resposta de estudantes).



Fonte: O autor (2020).

Quando pedidos para justificarem as suas respostas, os estudantes responderam como se pode ler no trecho de conversa seguinte:

Professor: Para os que dizem que r e s são coincidentes podem dizer porquê?

Estudante A: ... r e s são coincidentes porque é visível no gráfico.

Professor: E os que consideram r e s concorrentes o que dizem? Porque são concorrentes oblíquas?

Estudante B: São concorrentes porque têm um ponto comum, ..., as rectas se intersectam num único ponto.

Professor: Muito bem, qual é o ângulo formado por r e s , sabendo que se intersectam num ponto?

Estudantes: ... 30° , 28° , 43° , 32° , etc. [eles mediam o ângulo entre r e s , nos seus desenhos]

Professor: Os que afirmam que r e s são cruzadas como justificam?

Estudante C: ...eu acho que são cruzadas porque não se tocam [significando que as retas não se intersectam].

Professor: Mas os vossos desenhos mostram uma interseção das retas! E aí..., o que dizem?

Estudantes: ... [silêncio].

Problema: Com base nas respostas dadas pelos estudantes, um problema fica evidente: eles não consideram o que estão a ver como sendo projeções de retas do espaço no plano. Dado o exposto, surgiu a seguinte questão: **Como discutir a resolução da tarefa matemática exposta aos estudantes para que eles compreendam a racionalidade da produção da sua solução?**

Desenvolvimento

Começaremos o desenvolvimento deste trabalho apresentando os contornos da experiência de ensino e, de seguida, iremos discutir os resultados dessa experiência. No fim, apresentaremos algumas ideias sobre como o computador poderia auxiliar nessa experiência de ensino.

Descrição da experiência de ensino

Depois de se constatar que os estudantes apresentavam dificuldades na resolução da tarefa, o professor optou por dar alguns impulsos para ajudá-los. Para tal, começou por pedi-los para resolverem outras tarefas de apoio como as que se seguem:

Dados $t_1 = 0$ e $t_2 = 1$ determine os pontos R_1 e R_2 da reta r .

Dados $t_1 = 0$ e $t_2 = 1$ determine os pontos S_1 e S_2 da reta s .

Com base nos pontos R_1 e R_2 encontre um vector que tenha a mesma direção de r .

Com base nos pontos S_1 e S_2 encontre um vector que tenha a mesma direção de s .

O objetivo dessas tarefas adicionais era de conduzir os estudantes a utilizarem a análise vetorial, como uma via alternativa, para chegarem ao resultado desejado sobre as posições relativas das retas r e s . Primeiramente, os estudantes determinaram os pontos $R_1(2 ; -3 ; 4)$,

$R_2(3; -3; 4)$, $S_1(2; -3; 4)$ e $S_2(2; -2; 5)$ e constataram que $R_1(2; -3; 4)$ e $S_1(2; -3; 4)$ são pontos coincidentes. Concluíram, então, que as duas retas não têm a mesma direção, pois o ponto R_2 não está na reta s . Assim, definitivamente, descartaram a possibilidade das duas retas serem coincidentes.

Após determinarem os vetores de direção das duas retas, $d_r = (1;0;0)$ e $d_s = (0;1;1)$, os estudantes calcularam, sob orientação do professor, o produto escalar dos dois vetores $d_r \cdot d_s = (1;0;0) \cdot (0;1;1) = 0$. Interpretando esse resultado, concluíram que os vetores são perpendiculares e, conseqüentemente, as respectivas retas, também o são.

Para a maior confusão, nenhum dos gráficos dos estudantes parecia concordar com esse resultado! Qual é o problema? Será o caso de uma contradição? A possibilidade de uma contradição não estava fora de questão, tal como pode confirmar o seguinte trecho de conversa entre o professor e alguns alunos:

Professor Que comentários podem fazer com base no resultado que obtiveram? Produto escalar igual a zero?

Estudante D: ... me parece haver uma contradição, professor, entre o que vejo no gráfico e o resultado calculado.

Professor: O que pode estar por detrás dessa aparente contradição?

Estudante E: Professor, talvez haja problemas com a posição dos eixos. Por exemplo, quando desenho o sistema cartesiano ortogonal, apenas dois dos três eixos são perpendiculares entre si e o terceiro não é perpendicular a nenhum dos outros dois.

Estudante F: ... deve ser porque estamos a desenhar rectas no plano, no papel, seria melhor se mostrássemos esse fenómeno usando pausinhos,!

A discussão em sala de aula ficou intensa e alguns alunos já se movimentavam tentando mostrar o que estava acontecendo usando canetas, lápis, livros, pedaços de giz e vários outros objetos que encontravam dentro da sala. Restavam apenas 17 minutos para o final da aula. O professor chamou cinco estudantes ao quadro. Um deles segurou duas canetas concorrentes sob um ângulo de aproximadamente 90° . Os outros quatro estudantes, em posições diferentes, ficaram obser-

vando as duas canetas. A eles pediu-se que fossem desenhar, no quadro, o que tinham visualizado. Quatro desenhos diferentes, refletindo visões diferentes dos estudantes, foram feitos no quadro. Com essa atividade, os estudantes perceberam que a projeção de retas no plano, às vezes, pode produzir resultados equivocados e a forma dessas projeções (nos desenhos) depende, entre outros fatores, da posição do observador e do rigor de quem desenha no papel ou no quadro.

Discussão dos resultados da experiência de ensino

A Geometria é um dos tópicos matemáticos amplamente discutidos nas escolas moçambicanas. Em Moçambique, os alunos começam a aprender conceitos geométricos simples muito cedo, ou seja, no ensino primário (1º ao 7º ano), mas é apenas no 10º ano (alunos de 16 anos) que a geometria espacial é introduzida.

Na 10ª classe surgem muitas dificuldades em compreender e lidar com os conceitos de geometria espacial entre professores e alunos, como foi reconhecido pelo Projeto de Apoio a Formação de Professores (STTP, 2005). Um inquérito realizado pelo STTP a professores de Matemática do ensino secundário em todo o país revelou que os professores acreditavam que a geometria espacial é um dos tópicos mais difíceis de ensinar, entre outros, como probabilidade e trigonometria. O inquérito foi conduzido por docentes universitários e teve como objetivo ajudar na produção de materiais didáticos de apoio aos professores de Matemática do ensino secundário para garantir um ensino e uma aprendizagem de qualidade nas escolas moçambicanas.

As dificuldades em compreender os conceitos geométricos, em Moçambique, não se limitam apenas ao nível do ensino secundário, mas também podem ser encontradas em no nível universitário. Ao nível superior de escolaridade, por exemplo, há estudantes com muitas dificuldades em interpretar situações geométricas quando estas são representadas graficamente em um sistema tridimensional. Isso vai de acordo com o problema que relatamos na experiência de ensino des-

te trabalho. E com essa experiência, aprendemos que a visualização com material concreto na aula de Geometria é algo muito importante e ajuda o aluno a entender o conteúdo matemático.

Percebemos, também, que nesse processo (de visualização), gráficos, diagramas, imagens e formas ou modelos geométricos são importantes ferramentas para a visualização de conceitos abstratos em Matemática (KONYALIOGLU, 2003). Ao usar a abordagem de visualização, muitos conceitos matemáticos podem tornar-se claros e simples para os alunos entenderem..

Na perspectiva da nossa discussão, no presente trabalho, consideramos as dificuldades apresentadas pelos estudantes consubstanciadas ao que Flores (2010, p.279) considera de “cultura visual” que tem a ver com o processo de criação de significados, priorizando-se a experiência do cotidiano, em que se buscam informações, compreensões, significados e conhecimentos. A sala de aulas de Matemática, pode ser um lócus privilegiado para o desenvolvimento dessa cultura visual, um lugar em que os alunos podem colocar suas capacidades individuais de visualização (FLORES, 2010) em tensão com a sua própria produção de intersubjetividade, definindo, desse modo, uma dialética do olhar.

Percebemos da experiência de ensino que os estudantes, quase na sua totalidade, não tinham controle sobre seus próprios processos cognitivos. Na pesquisa de Villota Enríquez, Agudelo Zapata e González Valencia (2018), faz-se referência aos mesmos processos mas que no nosso caso, nos interessa um aspecto: a *Flexibilidade*, que chamaremos de *Flexibilidade Cognitiva*. Primeiramente, vamos trazer a ideia exposta na pesquisa de Villota Enríquez, Agudelo Zapata e González Valencia (2018, p. 201), sobre esse aspecto: A *Flexibilidade* é considerada como a capacidade de organizar diferentes formas de elementos clasificados e organizados de um modo determinado, em que se evidenciam as relações existentes entre tarefas de flexibilidade textual (relações intra-intertextuais).

De uma maneira sintética, a flexibilidade cognitiva, se traduz, no nosso trabalho, como a capacidade de transição entre dois textos, um

correspondente ao resultado da análise vetorial e o outro representado pelos desenhos feitos pelos estudantes. Da experiência de ensino, percebemos que os estudantes não se dispõem dessa capacidade de estabelecerem as relações intertextuais. Nisso, foi importante o uso do software para ajudar na compreensão dessas relações.

Dissipando a aparente contradição: o contributo do computador

O uso do computador tem vindo a ser incentivado nas escolas para o ensino e aprendizagem da Matemática, nomeadamente no estudo de funções. Já nos anos 80 o NCTM recomendava que as capacidades básicas em Matemática fossem definidas de forma a incluírem mais do que facilidades de cálculo e que fossem tiradas todas as vantagens das capacidades dos computadores e das calculadoras em todos os níveis de ensino. A construção de representações de gráficos de funções e sua análise (estudo completo de funções), torna-se uma tarefa aborrecida quando é realizada com papel e lápis ou no quadro, para além da exigência que tal tarefa suscita, em termos de habilidade visual, rigor e tempo.

O computador incentiva a realização de um grande número de experiências, permitindo a exploração de situações e assuntos não triviais. Os softwares matemáticos (GeoGebra, Winplot, MatLab, Cabri-Géomètre, etc.), quando utilizados de forma educativa¹ (DINIZ, 2018) podem libertar-nos de tarefas mecânicas e rotineiras, de construção, medição e cálculos, deixando espaço para um trabalho dinâmico e ativo na Geometria (PITEIRA; MATOS, 1999).

O uso de computadores na educação permite sua integração no processo de aprendizagem de conceitos curriculares em todas as modalidades e níveis de ensino, atuando como facilitadores entre os aluno e a construção do seu conhecimento (DINIZ, 2018). Existe, portanto, a necessidade dos professores considerarem o potencial do computa-

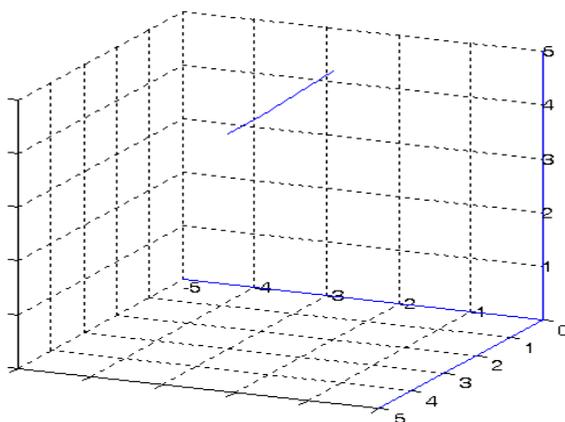
¹ Entenda-se como a capacidade que professores e alunos têm de integrar os recursos tecnológicos nas suas aulas, com o intuito de facilitar o ensino e a aprendizagem.

dor e tentarem adequar as atividades tradicionais de ensino e aprendizagem da Matemática à realidade desse recurso tecnológico.

Na tarefa em abordagem neste texto, com o intuito de dissipar a aparente discrepância entre os resultados obtidos nos gráficos (feitos com papel e lápis) e pela análise vectorial, foi usado o software MatLab. Esse software, assim como outros, também dá a possibilidade de se fazer a rotação de figuras e/ou de eixos permitindo que os mesmos possam ser vistos de diferentes posições e ângulos. Foi possível, com recurso ao MatLab, mostrar aos estudantes resultados muito interessantes mudando a posição do sistema de eixos. Passamos a ilustrar alguns exemplos de figuras geradas pelo computador, na sequência da experiência de ensino que nos referimos neste trabalho.

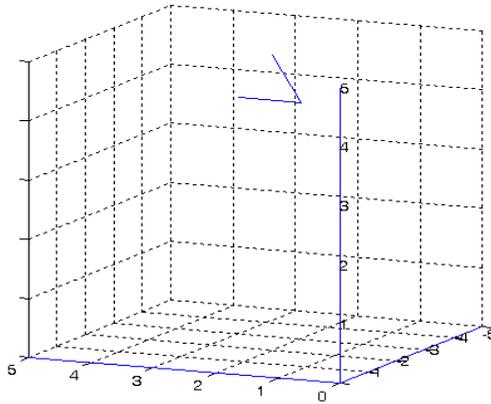
A Figura 4, abaixo, mostra as duas retas no mesmo sistema de coordenadas. Assim, é visível que de onde nos posicionamos e observamos o sistema de coordenadas, a projeção das retas resulta em uma única, ou seja as duas retas coincidem. A Figura 5, mostra as duas retas formando um ângulo diferente de 0° e diferente de 90° . A Figura 6, ilustra que as retas se intersejam sob um ângulo de 90° .

Figura 6. r e s coincidentes.



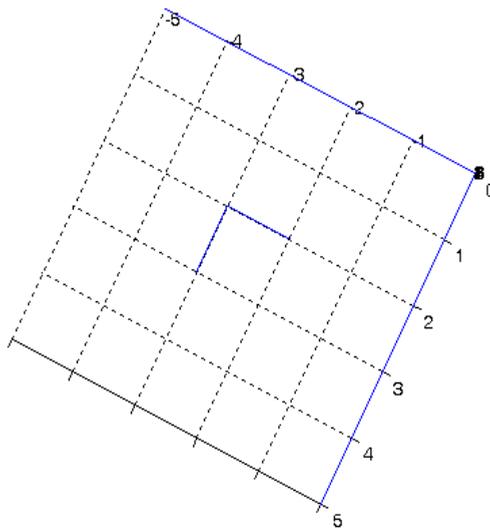
Fonte: o autor (2020).

Figura 7: r e s formando um ângulo diferente de 0° e de 90° .



Fonte: o autor (2020).

Figura 8: r e s formando um ângulo de 90°



Fonte: o autor (2020)

Tudo o que foi ditto sobre as duas retas (r e s) nas três figuras (4, 5 e 6) acima, baseou-se naquilo que se vê. No entanto, algumas análises podem ser feitas em torno dos resultados descritos nos gráficos. Da per-

cepção global do problema arolado sobre a posição relativa das duas retas, da construção e manipulação das imagens através do computador ou não e do processo de exteriorização (comunicação e representação) dos resultados, podemos identificar alguns tipos de processos mentais associados ao pensamento: Intuições, construções de imagens, reconhecimentos visuais, interpretação, geração de conceitos, abstração reflexiva, descoberta de relações entre imagens, propriedades, transformações mentais, verificação, comparação, reconstrução mental da visão de um objeto, generalizações, etc.

Esses processos mentais, combinados uns com outros, podem permitir a extrapolação do âmbito do que se vê para outras dimensões de análise. O pensamento visual-espacial pode ter seus desdobramentos no processo através do qual se comunica e disseminam ideias, apelando para a construção de argumentos válidos e permitindo a exteriorização das representações mentais (BROWN; PRESMEG, 1993).

Da experiência de ensino, ficou evidente que muitos estudantes não conseguem abstrair objetos do espaço, no plano. Em outras palavras, estamos a considerar que muitos alunos não concebem o plano como espaço, o que demonstra que a percepção visual do espaço geométrico, por parte da maioria de alunos, é confusa e equivocada. Na sequência desse tipo de dificuldades, Borba e Villarreal (2005, p.75), defendem que o tratamento experimental dos problemas sobre o espaço em Geometria, pode ser facilitado ao se utilizar tecnologias, pois ele proporciona: (a) a possibilidade de testar uma conjectura usando um número maior de exemplos e de oportunidades de repetir o experimento, devido ao rápido feedback proporcionado pelo computador e (b) a oportunidade de fornecer diferentes tipos de representações de uma dada situação mais facilmente.

Esses dois aspectos foram importantes para dissipar-se a aparente contradição que os estudantes vislumbraram nos seus resultados. Com o software, foram apresentadas diversas imagens como as das figuras 4, 5 e 6, que permitiram que se percebesse que as duas retas formavam um ângulo de 90° entre si. Portanto, uma abordagem vi-

sual proporcionada pelo computador viabilizou a aquisição de certeza e confiança em fatos matemáticos que, muitas vezes, só podem ser “vistos” pela mente (BORBA; VILLAREAL, 2005).

Conclusão

A experiência de ensino relatada neste trabalho, mostra o quanto os estudantes ficam reféns dos seus desenhos quando discutem conteúdos da Geometria (especial). Na realização da tarefa a eles proposta, não foram capazes de transitar do texto representado pelos desenhos que fizeram nos seus cadernos para o texto que emergiu da análise vetorial sobre a posição relativa das retas r e s no espaço (e vice-versa). Além disso, ficou evidente a dificuldade dos estudantes de representar e visualizar o espaço no plano. Nesse tipo de situações, tal como aconteceu na experiência de ensino, a manipulação de materiais concretos e o uso de softwares matemáticos, torna-se importante, pois auxilia na compreensão dos conteúdos geométricos.

Este trabalho, revela-se importante para a área de educação matemática, pois alarga o debate sobre o processo de ensino e aprendizagem da Geometria, sobre o contributo do computador na abordagem dessa disciplina.

Referências Bibliográficas

Borba, M. C. e Villareal, M.E. *Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and Communication Technologies, Modeling, Visualization and Experimentation*. USA: Springer, pp.78-100, 2005.

Brown, D., & Presmeg, N. (1993). Types of imagery used by elementary and secondary school students in a mathematical reasoning. In *Proceedings of 17th International Conference for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 137-144). Tsukuba, Japão.

- Diniz, P. (2020). As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Ensino da Matemática em Moçambique: da aquisição à utilização dos recursos tecnológicos. En: Villota Enríquez, J. A. y González Valencia, H. *Tecnología, Sociedad y Educación: perspectivas interdisciplinarias en torno a las TIC desde el campo social y educativo* (pp. 167-185). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Flores, C. R. (2010). Cultura visual, visualidade, visualização matemática: balanço provisório, propostas cautelares. ZETETIKÉ – FE – Unicamp – v. 18, Número Temático 2010
- Flores, C. R.; Wagner, D. R & Buratto, I. C. F. (2012). Pesquisa em visualização na educação matemática: conceitos, tendências e perspectivas. *Educ. Matem. Pesq.*, São Paulo, v.14, n.1, pp.31-45, 2012
- Konyalioglu, S (2003). *The Role of Visualization Approach on Student's Conceptual Learning*. (<http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/konyalioglu.pdf>) – 21-05-2007
- Piteira, G. & Matos, J. (1999). *Ambientes dinâmicos de geometria como artefactos mediadores para a aprendizagem da geometria*. Acedido em <http://meduc.fc.ul.pt/>.
- Senechal, M. (1991). Visualization and visual thinking. In J. Malkevitch (Org.), *Geometry's future* (pp. 15-21). USA: COMAP.
- Support to Teacher Training Programme - STTP (2005). *Linhas Gerais do Projecto UP-STTP*. Maputo, Moçambique: Universidade Pedagógica.
- Venturi, J. J. (1949). *Álgebra Vetorial e Geometria Analítica*. Curitiba, Brasil: Jacir J. Venturi. 9ª Edição.
- Villota Enríquez, J.A.; Agudelo Zapata, A. M. y González Valencia, H. (2018). Estrategias que utilizan los estudiantes para desarrollar el pensamiento tecnológico: una mirada desde los artefactos tecnológicos. En: Villota Enríquez, J. A.; Díaz Villa, M. y Gómez Vásquez, M. V. *Tecnología, Sociedad y Educación: desafíos de las TIC en el desarrollo social y sus implicaciones en la práctica educativa*. (pp. 185-210). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO PEDAGÓGICO DE FUTUROS DOCENTES DE MATEMÁTICAS: UN ANÁLISIS DE ESTUDIO DE CASOS MÚLTIPLES

Technological Pedagogical Knowledge of prospective mathematics teachers: A multiple case study analysis

Sebastián Solano Díaz

Universidad del Atlántico.

Barranquilla - Colombia

© <https://orcid.org/0000-0001-9051-8468>

✉ ssolanod@mail.uniatlantico.edu.co

Robinson Junior Conde Carmona

Universidad del Atlántico.

Barranquilla - Colombia

© <https://orcid.org/0000-0002-7421-1754>

✉ rjcondecarmona@mail.uniatlantico.edu.co

Resumen. El futuro docente de Matemáticas, debe recibir una formación integral en el uso de herramientas tecnológicas, entornos virtuales de aprendizaje y demás plataformas de índole tecnológico en el campo educativo. Así las cosas, esta investigación tuvo como objetivo caracterizar la relación entre práctica pedagógica y el conocimiento sobre los entornos virtuales de aprendizaje de los profesores de Matemáticas en formación. El marco teórico, compuesto por entornos virtuales de aprendizaje (EVA) en la formación del docente de Matemáticas y el TPACK “*Technological, Pedagogical and Content*

Cita este capítulo

Solano Díaz, S. y Conde Carmona, R. J. (2022). Conocimiento Tecnológico Pedagógico de futuros docentes de Matemáticas: Un análisis de estudio de casos múltiples. En: Villota Enríquez, J. A.; González Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. científicos). *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*. (pp. 203-227). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

Knowledge” en educación matemática, tomando, los subdominios (conocimientos tecnológicos pedagógicos TPK) como ejes principales de la investigación. La metodología fue de tipo cualitativo, bajo un diseño de estudio de casos múltiples, en el cual se seleccionaron cinco docentes de Matemáticas en formación, de estratos socioeconómicos 1 y 2 de una universidad de carácter público. Los principales resultados fueron que, la percepción acerca la formación bajo EVA de dos de los cinco participantes, es negativa debido a que afirman no haber sido formados bajo estos espacios; algunos afirman capacitarse de manera autónoma para el uso de herramientas TIC, tres de cinco de los profesores en formación expresan no poseer conocimientos pedagógicos (PK) suficientes para desarrollar tareas docentes. Se concluyó que, la intersección que le dan algunos de los participantes a los conocimientos disciplinares pedagógico tecnológicos (TPK), es poca en su mayoría. Sin embargo, no se puede emitir un juicio general respecto a la no utilización, ya que, algunos evidenciaron una buena integración de ambos componentes.

Palabras claves: entornos virtuales de aprendizaje, formación de docentes en Matemáticas, TPACK en educación matemática, conocimiento tecnológico pedagógico (TPK).

Abstract. The future mathematics teacher must receive comprehensive training in the use of technological tools, Virtual Learning Environments and other platforms of a technological nature in the educational field. Thus, this research aimed to characterize the pedagogical practical relationship and the knowledge about virtual learning environments of mathematics teachers in training. The theoretical framework, composed of Virtual Learning Environments (EVA) in the training of mathematics teachers and the TPACK “*Technological, Pedagogical and Content Knowledge*” in mathematics education, taking the subdomains (TPK pedagogical technological knowledge) as the main axes of the research. The methodology was qualitative, under a multiple case study design, in which five mathematics teachers in training were selected, from socioeconomic strata 1 and 2 from a pub-

lic university. The main results were that, the perception about the training under VAS of learning of two of the five participants, is negative because they affirm not to have been trained under these spaces, P2 affirms, to be trained autonomously for the use of ICT tools, three out of five of the teachers in training express not having sufficient pedagogical knowledge (PK) to carry out teaching tasks. It was concluded that the intersection that some of the participants give to the pedagogical technological disciplinary knowledge (TPK), is mostly little. However, a general judgment cannot be made regarding non-use, since some evidenced a good integration of both components.

Keywords: virtual learning environments, teacher training in mathematics, TPACK in mathematics education, pedagogical technological knowledge (TPK).

Introducción

En lo corrido de estas últimas décadas, la educación virtual ha ido consolidándose como el centro de atención a nivel global dentro del plano educativo, sirviendo como enlace de conexión para aquellas poblaciones que están limitadas por su posición geográfica. Se permite así, la participación de varios agentes y se caracteriza por posibilitar una nueva forma de enseñanza, formando a individuos capaces de adaptarse, a las nuevas demandas que el contexto le exige (Padilla y Conde, 2021).

Ahora bien, dentro del plano de la educación matemática, el siglo XXI ha promovido el surgimiento de nuevas tecnologías, que facilitan el trabajo en el contexto educativo (Revelo y Carrillo, 2018). Es así, que se hace necesario incluir competencias TIC en la formación de profesores, para que estos hagan una adecuada integración de estos componentes en el sector educativo.

Este trabajo de investigación propone analizar qué tanto están capacitados los futuros profesores de una licenciatura en Matemáticas de una universidad colombiana de carácter público, en el uso de herramientas

TIC. Se analizan los diferentes procesos de formación recibidos y a su vez se indaga sobre los respectivos factores que impiden el desarrollo de estas. Cabe resaltar, que los aspectos mencionados fueron analizados a partir de la formación recibida bajo entornos virtuales de aprendizaje de los participantes, con la ayuda del modelo pedagógico TPACK.

Para Salinas (2011), los EVA, son espacios que están incorporados en la web y que se apoyan en herramientas TIC. Además, admiten la participación de varios individuos mediante una conexión a internet, permitiendo que los procesos educativos se desarrollen sin necesidad que el alumno-docente se encuentre en un mismo lugar físico, sino que a partir de estas tecnologías lo hagan de manera simultánea.

Sin embargo, se halló que a nivel nacional existen problemáticas que dificultan el desarrollo de EVA y de la misma educación virtual, lo que por ende también representa afectaciones en el desarrollo de las matemáticas bajo estas modalidades. Dichas problemáticas, responden a dificultades de conectividad a internet. En Colombia existen problemas de tipo socioeconómico, que generan que la gran mayoría de hogares no puedan acceder a esta red de telecomunicaciones. Al hablar en términos porcentuales, Sánchez, Quiroga y Ospina (2020) indican que solo el 49,8% de los hogares colombianos cuentan con servicio a internet; a nivel Latinoamericano, Colombia ocupa el puesto número 7 de países en cuanto a un mejor servicio se refiere.

Por otro lado, este trabajo investigativo tomó como eje central los conocimientos tecnológicos y pedagógicos expuesto en TPACK, ya que, permiten analizar la forma en cómo los profesores en formación han sido instruidos en su uso y cómo intersecan ambos conocimientos dentro de su práctica pedagógica. Además, les permitirá concienciarse sobre la importancia que representan estos elementos en su entorno social (Ayil, 2018).

Así las cosas, surgen los siguientes interrogantes: ¿Poseen los profesores de Matemáticas en formación los conocimientos tecnológicos pedagógicos? ¿Cuáles son las características que influyen en la relación

práctica pedagógica y conocimiento sobre los EVA de los docentes de matemáticas en formación? Para dar respuesta a estos interrogantes, el objetivo de la investigación es caracterizar la relación práctica pedagógica y el conocimiento sobre los entornos virtuales de aprendizaje de los profesores de matemática en formación, concretamente, con cinco estudiantes del programa de licenciatura en matemáticas de la Universidad del Atlántico y apoyándonos en el modelo pedagógico TPACK para analizar los conocimientos tecnológico-pedagógicos que tienen los participantes.

Marco teórico

El marco teórico está compuesto por el TPACK en educación matemática, el cual corresponde a un modelo pedagógico que permite analizar componentes disciplinares pedagógicos, tecnológicos y de contenidos en el profesor de Matemáticas en formación. Asimismo, en este apartado se definirán cada uno de los conceptos e implicación del uso de estos en la formación del profesor.

El modelo TPACK en educación matemática

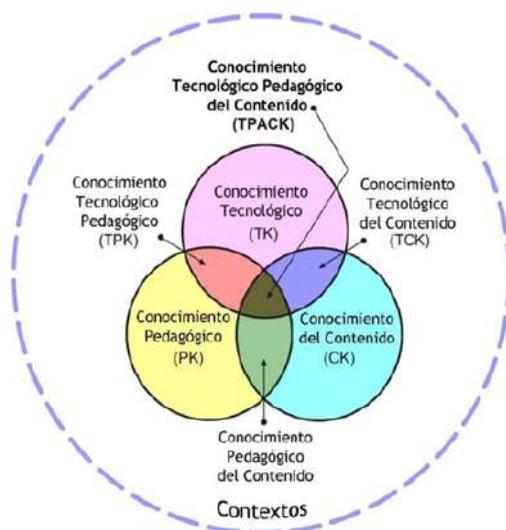
Los orígenes del modelo pedagógico TPACK, surgen a mediados de la década de los ochenta con las investigaciones desarrolladas por el profesor Lee Shulman; para este, el docente debería poseer dos tipos de conocimientos incluidos dentro de sus procesos de enseñanza. Estos, tenían que ser de tipo pedagógico (PK) y de contenido (CK); pero Shulman (1986) también afirmó que solo tener estos elementos dentro de la práctica pedagógica no era suficiente sino se debía hacer una intersección de ambos y con esta surgiría el conocimiento pedagógico del contenido (PCK).

Ahora bien, aunque este modelo mostró ser un gran avance dentro del sistema educativo, necesitaba adaptarse e incluirse al nuevo contexto que se manifestaría en el siglo XXI, considerando que los inicios

de éste marcarían una época en donde la tecnología adquiriría un rol supremamente importante dentro de la sociedad educativa en general, por lo cual se requería una actualización dentro del campo de la enseñanza (Carneiro, 2019). Así las cosas, Mishra y Koehler (2006) en su trabajo investigativo deciden anexar un nuevo conocimiento disciplinar, de tal manera que complementara lo planteado por el profesor Lee y que a su vez se adaptara a las exigencias de esta sociedad, es así que introducen el conocimiento tecnológico (TK).

Este, no solo buscaba sumarse, sino interceptarse y complementar los otros dos pensamientos disciplinares ya mencionados, surgiendo así el modelo pedagógico TPACK, que en su traducción significa (conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido). El problema observado por algunos autores, era que este se parecía un manual de instrucciones y no se incluía el contexto que lo rodeaba. Consecuente a esto, Mishra y Koehler (2009) deciden incluir en su artículo una serie de líneas alrededor de estos conocimientos, las cuales hacían referencia a los diferentes contextos educativos.

Figura 1. Modelo pedagógico TPACK



Fuente: Tomado de Cejas, R., Navío, A., y Barroso, J. (2016, p.2).

En cuanto a cada uno de los componentes de este modelo pedagógico, Cabero, Roig y Mengual ,2017; Gonzales (2017) los definen de la siguiente forma:

- Conocimientos Tecnológicos (TK): Hacen referencias a los saberes que posee el docente para el uso de herramientas TIC
- Conocimientos Pedagógicos (PK): Se refieren son los conocimientos de métodos y procesos de enseñanza
- Conocimientos del Contenido (CK): Se definen como los conocimientos propios que manifiesta el docente
- Conocimientos Tecnológicos del Contenido (TCK): Es la manera en la que el docente integra la tecnología para desarrollar una temática en general
- Conocimientos Tecnológicos Pedagógicos (TPK): La capacidad de mejorar el proceso de enseñanza mediante tecnología
- Conocimientos Pedagógicos del Contenido (PCK): Se definen como la forma de impartir los contenidos a través de metodologías interesantes y oportunas.

Ahora bien, en relación con la formación de profesores de educación matemática, se hallaron las siguientes percepciones.

En la investigación desarrollada por Jang y Tsai (2012) hallaron que el modelo TPACK en matemáticas, resulta ser fundamental en la enseñanza, promoviendo las condiciones en el proceso de aprendizaje mediado por la tecnología, debido a que permite introducir nuevas herramientas en asignaturas de matemáticas.

Por otro lado, en Salas, (2018) se halló que, el TPACK es una herramienta que permite la selección de herramientas digitales idóneas para el desarrollo de las clases de Matemáticas. Además, resulta ser una alternativa pedagógica y tecnológica que genera una buena proyección y organización en la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje en matemáticas, por lo que, los docentes encargados

de la formación del profesorado deben tenerlo en cuenta durante este asunto.

Del mismo modo, Arévalo, García y Hernández (2019) consideran que el marco TPACK suministra el conocimiento justo hacia la enseñanza con tecnología, y cómo las TIC pueden ser usadas en la elaboración de nuevos saberes, nuevas metodologías de enseñanza de las matemáticas, rediseñando las ofrecidas de manera tradicional y adaptándolas a un nuevo contexto mediado por las herramientas tecnológicas.

Finalmente, este modelo pedagógico permitirá caracterizar los conocimientos tecnológicos y pedagógicos que poseen los participantes de la investigación (profesores de matemáticas en formación), además ayudará a evidenciar cómo realizan la intersección de ambos conocimientos disciplinares dentro de su proceso de formación.

Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) en la formación de matemáticas

En cuanto a la formación del profesorado de matemáticas bajo EVA, se encontró que Llinares, Valls y Roig (2008) señalaron que, para aprender a enseñar bajo estos espacios, debe existir una práctica que requiere de dos aspectos fundamentales, la forma de pensar y la de actuar. La primera, hace referencia a las diferentes formas de como el futuro maestro deber ver los conocimientos en uso de las herramientas físicas y conceptuales. La segunda, se enfoca en la manera en cómo el profesional en capacitación aprende observando las prácticas sociales que lo rodean.

Cabe resaltar, que estos hallazgos fueron obtenidos mediante la creación de EVA bajo la modalidad de videos. Otra investigación de Llinares (2014), evidencia que las nuevas tecnologías han generado la creación de entornos virtuales en la formación de profesores de matemáticas, los cuales apoyan el desarrollo del conocimiento. Entre esos se destaca la creación de debates bajo entornos virtuales de aprendi-

zaje, lo cual propicia la creación de un espacio colaborativo entre los participantes y a su vez fomenta la construcción del discurso.

Por otra parte, luego de analizar cada una de las influencias que exponen los EVA y sabiendo que la tecnología asume una gran importancia en la formación profesional del docente de matemáticas, Castro (2020) señala que, en el contexto colombiano, existe una gran preocupación en cuanto la formación desde el plano tecnológico, debido a que los currículos de formación carecen de este componente.

Consecuente a esto, Castro (2020) propone que la formación del profesorado de matemáticas colombiano, rompa con los obstáculos que impiden dicha preparación y que, a su vez, se opte por la incorporación de entornos virtuales de aprendizaje, para fomentar dicha competencia en el currículo del futuro docente.

Metodología

Esta investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo y su diseño con estudios de casos, puesto que se basa en la descripción y análisis de sucesos modernos considerados metódicamente nuevos (Hancock & Algozzine 2006). Es así, que se utilizó un estudio de casos múltiples, ya que, permite investigar fenómenos dentro de sus contextos de vida real, sobre todo cuando algunos límites entre el fenómeno y contexto no son evidentes. Asimismo, habrá más variables de interés que apuntes de datos (Yin, 2014; Álvarez y San Fabián, 2012).

La población, docentes de matemáticas en formación de una universidad de carácter público, cuenta con un total de 826 de estudiantes. La muestra, un subgrupo de estudiantes de la población, profesores en formación de octavo semestre los cuales estaban o habían cursado prácticas profesionales; participaron cinco personas y la elección fue bajo muestra de participantes voluntarios.

Finalmente, la metodología desarrollada en tres fases, surge de una adaptación de Conde y Padilla (2020):

1. Primera fase:

- a. Creación de las técnicas e instrumentos de recolección de la información: Sabiendo que la investigación se rigió con un enfoque cualitativo, se hace necesario utilizar técnicas e instrumentos que reúnan los requisitos de validez y confiabilidad como lo establecen Hernández, Fernández, y Baptista, (2014). Por tanto, las técnicas utilizadas fueron, la entrevista semiestructurada, la observación no participante y el grupo de enfoque.

Los instrumentos utilizados, el cuestionario, la bitácora de observaciones y el grupo de enfoque. El cuestionario se hizo mediante una adaptación al propuesto por Martínez (2016). La bitácora observacional fue diseñada mediante una tabla con varias categorías que describieran las herramientas TIC, técnicas de los participantes; por último, el grupo de enfoque se diseñó con dos guías de temas (herramientas TIC y conocimientos sobre los EVA para un total de siete preguntas.

- b. Validación de los instrumentos: Los instrumentos fueron validados de la siguiente manera, el cuestionario mediante el método Delphi, la bitácora observacional y el grupo de enfoque por medio de la triangulación de la información.

2. Segunda fase:

Se aplicó el cuestionario por medio de la entrevista a cinco docentes de matemáticas en formación; las preguntas fueron diseñadas para evidenciar aspectos relevantes del modelo TPACK tales como: conocimiento pedagógico (PK) y conocimiento tecnológico (TK), y a su vez para contrastar aspectos relacionados con el modelo TPACK. Este fue desarrollado en forma de entrevista por Google Meet.

Luego, se aplicó el grupo de enfoque a los participantes, el desarrollo de este se realizó de la siguiente manera: primero, se determinó el número de personas que conforman el grupo y sesiones a realizar con los docentes de matemática en formación; será un solo grupo, el cual estará conformado por cinco profesores en formación. En segundo lugar, se realizan siete preguntas enumeradas y clasificadas según su importancia. Tercero, detectar e invitar las personas; se llevó a cabo por medio de una sesión sincrónica realizada por Google Meet, en un tiempo de una hora. Cuarto, se organizó la sesión, para ello se eligió un moderador el cual es el encargado de establecer factores como: el orden de las preguntas, el tiempo de la reunión y el tiempo de participación de cada entrevistado, entre cosas. Quinto, se realizó la sesión. Sexto y último se realizó un reporte de la sesión en el cual se plasmó cada una de las observaciones y concepciones obtenidas por los entrevistados. Finalmente, se les pidió a los participantes desarrollar una clase bajo un EVA, la cual fue observada y documentada mediante la bitácora de observación.

3. Tercera fase:

En esta última fase, se realizó la caracterización de la relación existente entre la práctica pedagógica y el conocimiento disciplinar tecnológico pedagógico del docente de Matemáticas en formación.

Método Delphi

El método Delphi es una técnica de deliberación sistemática, la cual se basa en consultar a un selectivo grupo de expertos en la temática, los cuales mediante su experiencia emitirán juicios sobre la estructura, redacción y otros aspectos referentes al instrumento de recolección de la información a validar (Cruz,2009).

En este caso, el cuestionario fue validado mediante este método, los expertos seleccionados son investigadores en educación matemática, residentes en América del Sur. Inicialmente, estuvieron de acuerdo con los seis ítems propuestos, de los cuales se derivaron diez pregun-

tas. La versión final del cuestionario, fue puesta en práctica con un estudiante de Licenciatura en Matemáticas, para así encontrar la clara comprensión de las preguntas propuestas.

Finalmente, los resultados obtenidos durante el proceso de validación, son mostrados en la siguiente tabla adaptada de Cruz (2009)

Tabla 1. Método Delphi final.

Ítems	Criterios						Promedio por fila (pm)	N- pm
	MA	BA	A	PA	NA	Suma		
1	0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,502	0,101	0,317
2	0	0,06	0,13	0,13	0,13	0,439	0,088	0,33
3	0,67	0,76	0,76	0,76	0,76	3,696	0,739	-0,321
4	0,67	0,76	0,76	0,76	0,76	3,696	0,739	-0,321
5	0,67	0,76	0,76	0,76	0,76	3,696	0,739	-0,321
6	0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,502	0,101	0,317
Suma	2,02	2,58	2,64	2,64	2,64	2,02		
Puntos de corte	0,34	0,43	0,44	0,44	0,44	2,089		
Promedio de puntos de corte (N)							N=0,42	

Fuente: Cruz (2009, p.24)

Indicadores: MA (muy adecuado), BA (bastante adecuado), A (adecuado), PA (poco adecuado) y NA (nada adecuado).

Luego de haber aplicado el método Delphi final, los puntos de corte hallados en la tabla, los cuales fueron determinados por el promedio de las columnas de los indicadores, son los mostrados en la siguiente figura.

Figura 2. Puntos de corte del método Delphi.

MA	BA	A	PA	NA
0,34	0,43	0,44	0,44	0,44

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, en la tabla 1 se muestra que en la columna definida por N-pm (la diferencia del promedio de los puntos del corte con el promedio de cada fila), todos los resultados se encuentran situados en la categoría MA, la cual está explícita por todos los valores menores a 0,34, conteniendo a este, como se puede ver en la figura 2. Si observamos el valor de cualquiera de las categorías, nos damos cuenta que dichos valores son menores a la condición mencionada.

Finalmente, por esto se demostró la confiabilidad de la aplicación del cuestionario, por lo tanto, los resultados encontrados aportarán datos confiables a futuras investigaciones.

Discusión

La formación de los profesores de Matemáticas bajo entornos virtuales de aprendizaje, permite evidenciar los conocimientos tecnológicos y pedagógicos que poseen estos en el ámbito educativo universitario.

Sin embargo, las distintas metodologías creadas en los diferentes establecimientos de formación superior, impactan de forma significativa en el proceso formación del profesorado de matemáticas. Es así como esta investigación presenta contrastes con la propuesta por Gonzales y Gonzales (2017) debido a que se encontró que la formación de los profesores para el uso de herramientas tecnológicas ha sido insuficiente. Lo cual es semejante a lo afirmado por los participantes y estas razones provocan un mal uso de las herramientas TIC.

Lo mostrado anteriormente, es diferente a lo que ocurre en Martínez y Aké (2016), donde los docentes de Matemáticas en formación mostraron gran dominio respecto al uso de herramientas tecnológicas y demostraron un adecuado conocimiento TK en su proceso de formación. Estos resultados se parecen a los hallados en P2, debido a que evidenció un gran dominio en la implementación de estas herramientas en la clase observada.

Es importante destacar lo ofrecido por este participante, ya que, además de dominar las herramientas tecnológicas, evidencia poseer y manejar conocimientos de tipo pedagógico, que fueron observados en el desarrollo de su clase modelo bajo un EVA y mostró una adecuada intersección de ambos conocimientos disciplinares (TPK).

Para culminar este proceso, es importante hacer un contraste entre lo hallado por Cabero, Roig y Mengual (2017) y la investigación. Con respecto a los conocimientos pedagógicos (TPK), se encontró que los participantes mostraron una gran percepción hacia estos componentes, ya que, la formación como docentes los ha hecho reflexionar sobre la forma de cómo utilizar la tecnología para el desarrollo de sus clases, lo cual es diferente por lo percibido por nuestros participantes; además a estos en algunos casos se observó que los que afirmaron poseer conocimientos (TPK), al momento de ponerlos en práctica evidenciaron todo lo contrario.

Resultados

Conocimiento pedagógico (PK) y tecnológico (TK) del docente de Matemáticas en formación bajo Entornos Virtuales de Aprendizaje

Los resultados mostrados a continuación, son producto de la puesta en práctica de la entrevista a cinco profesores de matemáticas en formación y revelan los conocimientos pedagógicos que poseen los participantes de la investigación sobre los EVA. En primer lugar, se pidió

lo siguiente: *Describe la formación que ha recibido para el uso de EVA con fines pedagógicos. Las respuestas proporcionadas, manifiestan diferentes puntos de vista respecto a la formación recibida. El uso de estos espacios ha sido regular, ya que, algunos afirman que ha sido escasa y otros mencionan haber recibido una buena formación.*

P1: “No he recibido ningún curso de formación para el uso de este tipo de plataformas, aunque si han hecho capacitaciones cortas de ciertas herramientas relacionadas con los EVA”.

P2: “Al hablar de materias como TIC I y TIC II creo que recibí una excelente formación. Por tanto, la formación es buena”.

P3: “La formación ha sido buena, sin embargo, ha tenido uno que otro obstáculo. De forma particular, considero que esos obstáculos han sido por ciertos profesores que en su debido momento no nos impartieron dichos conocimientos”.

P4: “La verdad los primeros semestres de la carrera uno no da materias que proporcionen dichos conocimientos de EVA de aprendizaje, siento que deberían mejorar esos aspectos e introducir más esas materias. Sin embargo, en las materias que promueven estos saberes considero que ha sido bueno lo aprendido en ellas”.

P5: “Ha sido bastante escasa desde mi punto de vista porque solo tres materias en las que en realidad han tomado los EVA y las han hecho suyas para aplicarlas en las clases y de verdad me hubiese gustado que la utilizaran en otras materias como Ecuaciones Diferenciales; hubiesen mostrado el comportamiento de algunas funciones, de algún fenómeno ahí”.

Asimismo, se les planteó este interrogante *¿Considera que dispone de conocimientos pedagógicos suficientes para desarrollar tareas docentes en un EVA?* para determinar desde la percepción de éstos si disponían o no de dichos conocimientos. Entre los resultados encontrados, lla-

ma la atención que la mayoría de los investigados afirmaron no disponer de estos conocimientos.

P1: “La pedagogía ha sido de gran ayuda porque brinda diferentes estrategias para desarrollar una clase, sin embargo, considero que no poseo los conocimientos suficientes ya que el proceso de aprendizaje es constante para mí”.

P2: “La verdad no, porque considero que estoy en un proceso constante de aprendizaje para mejorar mis conocimientos y saberes pedagógicos en cuanto los EVA virtuales”.

P3: “Considero que no poseo conocimientos pedagógicos, porque tú sabrás la temática, pero si el estudiante pregunta algo diferente a esto puede que no se lo sepa explicar de manera correcta”.

P4: “Sí dispongo de esos conocimientos”.

P5: “Pienso que esta pregunta va relativa dependiendo del tema y a la herramienta o EVA. Porque con diferentes herramientas uno se desenvuelve diferente y asimismo con el tema. Pero en mi caso particular, logro tener un buen desempeño respecto a temas y herramientas”.

Con respecto a los conocimientos tecnológicos (TK), el grupo de enfoque permitió contrastar diferentes puntos de vista acerca de este conocimiento disciplinar. En particular, el interrogante que se mostrará a continuación contribuyó a evidenciar las diferentes percepciones que tienen los participantes con respecto a la formación TIC recibida *¿Cree usted que no ha sido capacitado para hacer un adecuado uso de dichas herramientas? ¿Por qué?*

P1: “En la universidad creo que nos han dado clases con diversas herramientas que nos ayudan a ser mejores docentes y estar más preparados para las clases que lleven esas tecnologías y esas co-

sas. Pero eso no quiere decir que fui capacitado, solo lo aprendí por mi propia cuenta”.

P2: “Yo considero que sí he sido capacitado para hacer un uso adecuado de las TIC, pues mi formación dentro de esta área de la educación fue excelente, debido a que conté con una docente que se esforzaba por enseñar y transmitir todos estos conocimientos”.

P3: “Yo pienso que los profesores nos han brindado varias herramientas, en algunas se profundizó más que otras, pues queda a condición de cada quien si sigue profundizando o no. En mi caso, en la primera ‘Practica Profesional’, yo utilicé diversas herramientas que fueron dadas en la asignatura TIC II”.

P4: “Yo opino que ha sido valioso todo lo que se ha aprendido porque, yo no puedo decir que no sé nada de herramientas TIC o que no se dar una clase con dichas herramientas porque siento que sí he aprendido y lo puedo usar en un salón de clases.”

P5: “A pesar de que sí nos dieron esas herramientas en TIC II y TIC I, en algunos casos, en otras materias nos dieron ciertas capacitaciones en Classroom, Geogebra. En realidad son muy pocas para la gran variedad que hay, por lo que en realidad pienso que no estamos lo suficientemente capacitado para el adecuado uso de estas”.

Al respecto de lo anterior, suele ser interesante la forma en cómo los participantes discutieron sus argumentos; en la mayoría de casos, se puede evidenciar como estos concuerdan que sí han sido capacitados para un adecuado uso de herramientas TIC. También es necesario mencionar que dos participantes afirmaron no haber recibido capacitación alguna; entre los aspectos más relevantes de sus respuestas se destacan los siguientes: i) preparación autónoma para el uso de las TIC, más que por parte de la universidad, ii) la formación ha sido escasa debido a que solo han sido dos materias que han ofrecido dichas preparaciones.

Los hallazgos encontrados respecto a las percepciones lanzadas por estos, obedecen a faltas que están relacionadas con los planes de estudio propuestos por los entes encargados de dicha formación, ya que, en estos contenidos se encuentran plasmadas todas las asignaturas y temáticas a desarrollar. Asimismo, se halló que gran parte de los participantes tiene un punto de vista crítico con respecto a su proceso de su formación, generando así, preocupación en la comunidad educativa de este establecimiento. Además, enfatizan la posibilidad de incluir el uso de estas plataformas en otras asignaturas.

Triangulación de la información hallada: Grupo de enfoque y bitácora de observaciones

La triangulación permitió hacer un análisis más profundo de lo que dice y hace el docente de Matemáticas en formación. Conde y Ortiz (2016) afirman que permite demostrar la confiabilidad y validez de los instrumentos utilizados en una investigación. Cabe señalar que esta herramienta sirvió para analizar la integración de los conocimientos disciplinares tecnológicos pedagógicos (TPK) que realizaron los participantes.

Esta se hizo mediante una tabla, la cual permitió triangular el grupo de enfoque y la bitácora observacional.

Tabla 2. Triangulación del grupo de enfoque y la bitácora de observaciones.

Categoría	Grupo de enfoque	Bitácora observacional	Triangulación de la información
Conocimiento tecnológico pedagógico (TPK)	<p>P1: Afirma que las herramientas TIC le ayudan a mostrar las nuevas formas de expresar las matemáticas en cualquier contexto, además al integrar dichas herramientas con su conocimiento pedagógico dice poseer los elementos suficientes para esto y que por medio de la práctica cada día los fortalece.</p> <p>P2: El participante afirma utilizar las herramientas TIC para aclarar dudas y fortalecer temáticas en el estudiante. En su discurso se evidencia una buena intersección de los conocimientos tecnológicos con los pedagógicos.</p> <p>P3: Este profesor en formación, afirma que las TIC las usa hasta cierto punto, ya que, no las considera tan esenciales. Por lo cual, en su discurso se evidencia que no realiza la integración de los componentes tecnológicos con los pedagógicos.</p>	<p>P1: En el desarrollo de la clase, el docente de Matemáticas no muestra una línea de organización sobre la temática a trabajar, ya que, en ciertas fases de la clase incluye definiciones que no están acordes a la temática. Además, la forma de plantear la evaluación a sus estudiantes es poco creativa y no se apoya en las herramientas TIC. Por esto, no realiza el trabajo de interseccionar ambos conocimientos.</p> <p>P2: En este, se logró observar un gran trabajo desde el inicio de la clase hasta la parte evaluativa, debido a que propuso una metodología bastante novedosa, de tal forma que sus estudiantes fueran creativos y didácticos. De este se resalta, un adecuado uso de ambos conocimientos, generando dentro de su práctica el TPK.</p> <p>P3: Entre los aspectos pedagógicos encontrados dentro de su clase, llama la atención el desinterés del docente hacia sus estudiantes, ya que no promueve una adecuada planeación y organización; el formato presentado manifiesta errores de tipo ortográfico, entre otros.</p> <p>En cuanto a la forma de usar las TIC, es regular, puesto que, aunque mostró interés por el uso de ellas no tuvo en cuenta el contexto donde se iban a desarrollar. Es así que, al momento de evaluar la integración de los componentes disciplinares pedagógicos y tecnológicos (TPK) no se vieron inmersos dentro de su práctica.</p>	<p>Triangulando la información hallada en cada uno de los respectivos instrumentos se encontró que: P1 afirma poseer los conocimientos pedagógicos y tecnológicos suficientes; sin embargo, cuando pone en práctica estos se observa una incoherencia en sus argumentos. P2 muestra gran similitud en cada uno de los resultados adquiridos los instrumentos, en P3 & P5 se observa un gran desinterés en la planeación de clases y ejecución de esta, poniendo así en duda su rol como docente, además existen muchas diferencias entre lo que hace y dice. Por último, P2 se resaltó entre el resto, ya que sustentó cada uno de los argumentos expuestos en el grupo de enfoque.</p>

Categoría	Grupo de enfoque	Bitácora observacional	Triangulación de la información
<p>Conocimiento tecnológico pedagógico (TPK)</p>	<p>P4: El participante afirma que el uso que le proporciona a las herramientas TIC, es de mediador para facilitar el trabajo en el aula de clase, en cuanto a la forma de como interseca estas herramientas con lo pedagógico, este afirma que considera hacer una buena integración de dichos conocimientos disciplinares.</p> <p>P5: Este también afirma que las utiliza para aclarar dudas y realizar diferentes representaciones. En su discurso, se logra observar la buena ejecución de los conocimientos disciplinares TPK.</p>	<p>P4: En primer lugar, se resalta una gran clase propuesta por el participante. En segundo lugar, al observar el dominio pedagógico ofrecido dentro de su práctica pedagógica se resalta la capacidad de organizar y ofrecer el contenido de la temática, el objetivo planteado al iniciar la clase se logra por medio de estrategias y suele ser muy conciso en la clase, lo cual favorece el proceso de aprendizaje en el estudiante.</p> <p>Asimismo, se hace un buen uso de los recursos TIC; por medio de estas el docente en formación mostró de forma innovadora y atractiva la temática, mostrando dominio en cada una de las herramientas utilizadas.</p> <p>Finalmente, se evidencia una gran integración de los TPK.</p> <p>P5: El participante, no tuvo en cuenta la estructura planteada para desarrollar la clase bajo un EVA, por lo cual esta carece de un objetivo y metodología. Entre otras cosas relevantes, en pocas palabras se observó una competencia pedagógica muy pobre.</p> <p>En cuanto al uso de herramientas TIC, se logra evidenciar un adecuado uso, sin embargo, para que exista una adecuada intersección de los componentes disciplinares pedagógicos y tecnológicos (TPK) ambos deben usarse a la perfección, lo cual no se vio.</p>	<p>Además, evidencia un gran manejo de muchas herramientas TIC, promoviendo dentro de sus procesos de enseñanza aprendizaje, el uso de las competencias TIC expuestas por el MEN (2013) para el desarrollo integral del docente.</p>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2 muestra la triangulación realizada con la información proporcionada por los participantes de la investigación, una de las razones por las que se hizo, fue para emitir juicios precisos sobre lo que dice

y hace el profesor de matemáticas en formación. Cabe resaltar, que algunos de los investigados, muestran cómo sus argumentos se convierten en falacias al llevarlos a la práctica, un caso particular de esto fue P1. Finalmente, se concluye que en este estudio no se pueden emitir juicios generales, ya que, se encontró una gran variedad de resultados.

Conclusiones

Entre los hallazgos más relevantes, se tiene que existen diferencias entre lo que dicen y hacen los docentes de matemáticas en formación; esto se constata porque al momento de preguntar si consideraba o no poseer conocimientos tecnológicos y pedagógicos suficientes para su función como futuro docente, afirmaron que sí y al observar el desarrollo de una clase planeada por ellos, se mostró lo contrario.

Existen diferencias en la percepción de su proceso de formación bajo EVA, ya que, dos de los participantes expresaron no haber recibido una formación en estos espacios y tres de estos, mencionaron todo lo contrario. Del mismo modo, se hallaron diferencias en cuanto a los conocimientos pedagógicos, debido a que, tres de ellos manifestaron no poseer los conocimientos (PK) suficientes para desarrollar tareas docentes bajo un EVA y dos de los participantes afirmaron todo lo contrario.

Por otro lado, llama la atención lo manifestado por P1, ya que, al momento de responder si había sido capacitado o no para el uso de herramientas TIC respondió que no; sin embargo, enfatizó que sí las maneja, ya que, de manera autónoma se ha formado para un adecuado uso de dichas herramientas en su práctica como docente.

En cuanto a la intersección de los conocimientos disciplinares pedagógico tecnológicos (TPK), se encontró que, los docentes de Matemáticas en formación, en su mayoría, no poseen esas competencias por lo que no se puede emitir un juicio respecto a la no utilización, ya que, algunos si evidenciaron una buena integración de ambos cono-

cimientos. Así las cosas, realizando, un contraste entre las competencias TIC propuestas por el MEN (2013) para el desarrollo integral del docente, se halló que, utilizan con mayor frecuencia la competencia tecnológica.

Ahora bien, desde una visión general del conocimiento tecnológico pedagógico, se podría suponer que algunos de los comportamientos manifestados por los participantes serían de utilidad para establecer juicios en los procesos formación de docentes, esto relacionado en la manera en como intersecan los conocimientos tecnológico y pedagógico, con el uso de herramientas TIC y EVA en Matemáticas. Así las cosas, las estrategias propuestas sirven como guía para no cometer errores en el uso de herramientas virtuales en la enseñanza de las Matemáticas.

Finalmente, se recomienda analizar los alcances del modelo pedagógico TPACK, con docentes de Matemáticas en formación o docentes de Matemáticas en acción, para así observar los alcances que puede generar este constructo dentro del contexto educativo superior a nivel nacional.

Referencias bibliográficas

- Álvarez Álvarez, C., y San Fabian Maroto, L.J. (2012). La elección del estudio de caso en investigación educativa. *Revista Gazeta de la Antropología*, 28(1). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10481/20644>
- Arévalo-Duarte, M., García-García, M., y Hernández-Suárez, C. (2019). Competencias TIC de los docentes de matemáticas en el marco del modelo TPACK. *Civilizar: Ciencias Sociales y Humanas*, 19(36), 115-132. Doi: <https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2019.1/a07>
- Ayil Carrillo, J. (2018). Entorno virtual de aprendizaje: una herramienta de apoyo para la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 6(11), 34-39. Recuperado de <https://www.riti.es/ojs2018/inicio/index.php/riti/article/view/84/75>

- Cabero Almenara, J., Roig-Vila, R., y Mengual-Andrés, S. (2017). Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de los futuros docentes según el modelo TPACK. *Digital Education Review*, 32, 73-84. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10550/65501>
- Carneiro, R. (2019). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. España: Fundación Santillana. Recuperado de: <http://190.57.147.202:90/jspui/bitstream/123456789/438/1/LOS%20DESAFIOS%20DE%20LAS%20TICS%20PARA%20EL%20CAMBIO%20EDUCATIVO.pdf>
- Castro Miguez, L. (2020). Formación de profesores de matemáticas en contextos de diversidad. *Ciencia e Interculturalidad*, 26(01), 36-49. DOI: <https://doi.org/10.5377/rci.v26i01.9882>
- Cejas, R., Navío, A., y Barroso, J. (2016). Las competencias del profesorado de Universitario desde el modelo TPACK (Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido). *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (49), pp. 105-119. Doi: <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i49.07>
- Conde Carmona, R.J., y Ortiz Ortiz, J.D. (2016). *Caracterización de la actividad de investigación en educación matemática y su relación con las prácticas pedagógicas en la licenciatura en matemáticas* (Tesis de pregrado). Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia
- Conde-Carmona, R., & Padilla Escorcía, I. A. (2021). Aprender matemáticas en tiempos del COVID-19: Un estudio de caso con estudiantes universitarias. *Educación y Humanismo*, 23(40). <https://doi.org/10.17081/eduhum.23.40.4380>
- Cruz, M. (2009). *El método Delphi en las investigaciones educacionales*. La Habana, Cuba: Editorial Academia.
- González, N. (2017). Influencia del contexto en el desarrollo del conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK) de un profesor universitario. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 8(14), 42-55. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6047131>
- González-Ruiz, I. y González, M. J. (2017). Intención de cambio y conocimiento tecnológico pedagógico del contenido del futuro profesor de matemáticas. En Muñoz, J. M., Arnal-Bailera, A., Beltrán-Pellicer, P.,

- Callejo, M. L. y Carrillo, J.. (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXI*. Zaragoza: SEIEM.
- Hancock, D., & Algozzine, B. (2006). *Doing Case Study Research*. New York and London: Teachers College Columbia University; ISBN – 13: 978-0-8077-4707-0 (paper), 978-0-8077-4708-7 (cloth)
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE. C.V. recuperado de: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbXNxb250YWRlcmlhcHVibGljYTk5M-DUxMHxneDo0NmMxMTY0NzkxNzliZmYw>
- Jang, S. J., & Tsai, M. F. (2012). Exploring the TPACK of Taiwanese elementary Mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. *Computers & Education*, 59(2), 327-338. Doi: 10.1016/j.compedu.2012.023
- Koehler, M. & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70. Recuperado de: <https://www.learntechlib.org/primary/p/29544/>.
- Llinares, S. (2014). Experimentos de enseñanza e investigación. Una dualidad en la práctica del formador de profesores de matemáticas. *Educación matemática*, 31-51.
- Llinares, S., Valls, J., y Roig, A.I., (2008). Aprendizaje y diseño de entornos de aprendizaje basado en videos en los programas de formación de profesores de matemáticas. *Educación matemática*, 20(3), 59-82. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-58262008000300004&lng=es&tlng=es.
- Martínez Gutiérrez, V. (2016). Entrevista Semi-Estructurada TPACK: La Construcción y Transformación del Conocimiento Tecno pedagógico del Contenido en Profesores Expertos. AP Costa, PA de Castro, S. Oliveira, JL Carvalho, FN de Souza & DN CIAIQ2016, *Atas-Investigação Qualitativa em Educação*, 1, 493-500.
- Martínez, C. y Aké, L. P. (2016). El uso de tecnología en la formación de profesores de matemáticas: un análisis desde el TPCK y el MKT. Uso de tec-

nología y enseñanza de las matemáticas en el nivel superior en Zacatecas. *Revista Electrónica*, 4 (01),

Ministerio de Educación Nacional-MEN-. (2013). *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. Recuperado de: <https://www.learntechlib.org/p/99246/>.

Padilla Escorcía, I. A., y Conde-Carmona, R. J. (2020). Uso y formación en TIC en profesores de matemáticas: un análisis cualitativo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (60), 116-136. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n60a7>

Revelo-Rosero, J., y Carrillo Puga, S. E. (2018). Impacto del uso de las TIC como herramientas para el aprendizaje de la matemática de los estudiantes de educación media. *Revista Cátedra*, 1(1), 70-9. Doi: <https://doi.org/10.29166/catedra.v1i1.764>

Salas-Rueda, R. A. (2018). Uso del modelo TPACK como herramienta de innovación para el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Perspectiva Educacional*, 57(2), 3-26. Doi. <https://dx.doi.org/10.4151/07189729-vol.57-iss.2-art.689>

Salinas, M. (2011). *Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente*. Argentina: Pontificia Universidad Católica de Argentina.

Sánchez-Gómez, J., Quiroga, K. y Ospina, P. (2020). *Desafíos tecnológicos para el sector educativo en América Latina en tiempos de pandemia*. Colombia: Programa de Investigación de Política Exterior Colombiana.

Shulman, L. S., (1986). "Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching", *Educational Researcher*, 15(2), 4-14, 1986.

Yin, R. K. (2014). *Investigación sobre estudios de casos. Diseños y métodos*. Londres: Sage Publications.

PROPUESTA DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE USANDO GEOGEBRA5 PARA ABORDAR EL TEMA DE VARIACIÓN LINEAL EN PRIMERO DE SECUNDARIA

Proposal of learning activities using GeoGebra5 to address the topic of linear variation in the first year of secondary school

Maribel Monzalvo Moreno

Secretaría de Educación Pública de Hidalgo

Hidalgo, México

© <https://orcid.org/0000-0003-4538-5189>

✉ marymonzalvo8@gmail.com

Marcos Campos Nava

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Hidalgo, México

© <https://orcid.org/0000-0002-7534-3193>

✉ mcampos@uaeh.edu.mx

Resumen. Se presenta el desarrollo y los resultados de un trabajo de investigación de tipo cualitativo cuyo objetivo fue proponer una secuencia de actividades de aprendizaje relacionadas con el tema de variación lineal. Desde el enfoque de resolución de problemas y el uso de la herramienta digital GeoGebra5.

Se reportan las observaciones hechas durante su puesta en práctica, haciendo énfasis en cómo el uso de herramientas tecnológicas per-

Cita este capítulo

Monzalvo Moreno, M. y Campos Nava, M. (2022). Propuesta de actividades de aprendizaje usando GeoGebra5 para abordar el tema de variación lineal en primero de secundaria. En: Villota Enríquez, J. A.; González Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. científicos). *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*. (pp. 229-255). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

mitió a los estudiantes examinar cualidades matemáticas asociadas al proceso de solución; proponer diversas representaciones; plantear conjeturas; utilizar argumentos y comunicar resultados.

Logrando reconocer a partir del problema verbal, que existía una correspondencia entre los valores de las dos variables involucradas, simbolizar la relación funcional de correspondencia y determinar el valor de una de las variables cuando se conoce el valor de la otra.

Palabra clave: variación lineal, resolución de problemas, GeoGebra5.

Abstract. The development and results of a qualitative research work whose objective was to propose a sequence of learning activities related to the topic of linear variation is presented. From the problem-solving approach and the use of the GeoGebra5 digital tool.

Observations made during its implementation are reported, emphasizing how the use of technological tools allowed students to examine mathematical qualities associated with the solution process; propose various representations; raise guesses; use arguments and communicate results. Being able to recognize from the word problem that there was a correspondence between the values of the two variables involved, symbolize the functional relationship of correspondence and determine the value of one of the variables when the value of the other is known.

Keywords: linear variation, problem solving, GeoGebra5

Introducción

En las últimas décadas, el uso de herramientas digitales ha sido cada vez más frecuente en las aulas de clases; esto ha traído como consecuencia, que se discuta cuál es la mejor forma de incorporarlas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en particular de las matemáticas.

Entre las herramientas más comunes en el aula de Matemáticas, encontramos las calculadoras y programas computacionales especializados. Dichos elementos nos hacen reflexionar acerca de la necesidad de investigar cómo se puede incorporar este tipo de tecnología en el diseño de actividades de aprendizaje para ciertos tópicos del currículo de Matemáticas y qué consecuencias han traído al interior de las aulas de clase.

Un tema recurrente en el caso de México, por ejemplo, en los primeros cursos de Matemáticas en educación secundaria, es el contenido en relación a la variación lineal, un antecedente importante para el estudio de las funciones lineales en el nivel bachillerato. En esta dirección, existe una gran variedad de situaciones de contexto en el que dos cantidades se relacionan entre sí, siguiendo un patrón de variación lineal, dado por una constante de proporcionalidad, como puede ser el precio de un producto vendido a granel con relación a la cantidad de este, o el precio que hay que pagar respecto a diferentes porcentajes de descuento.

Considerando lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo, proponer una secuencia de actividades de aprendizaje para que los alumnos reconozcan la correspondencia entre los valores de dos variables involucradas en un problema; simbolicen la relación funcional de correspondencia y determinen el valor de una de las variables cuando se conoce el valor de la otra. Estas actividades se realizaron dentro de un ambiente de resolución de problemas, con base en el uso de la herramienta digital GeoGebra5.

Adicionalmente, se exponen los referentes teóricos obtenidos en la revisión de la literatura, que dan sustento al diseño de la propuesta de la actividad de aprendizaje, su aplicación y análisis. Reportando las observaciones hechas durante su puesta en práctica, describiendo las estrategias y los recursos utilizados por los participantes en las hojas de trabajo. Además, se enfatizará en cómo el uso de esta herramienta digital permitió a los participantes, examinar algunas cualidades matemáticas asociadas al proceso de solución, usando diversas

representaciones, planteando conjeturas, utilizando argumentos y comunicando resultados.

Marco teórico

Desde la perspectiva de resolución de problemas, es fundamental que el estudiante aprenda a formular preguntas y que reflexione abiertamente sobre los conceptos, problemas y estrategias de resolución, de acuerdo con la premisa que la actividad de aprender matemáticas no se reduce únicamente a un conjunto de reglas que pueden aplicarse en la resolución de diferentes problemas, sino por el contrario, se parte de una conceptualización dinámica, en la cual es importante identificar elementos que ayuden a desarrollar y promover una disposición matemática en los aprendices (Santos Trigo, 2014).

Para la Secretaría de Educación Pública de México (SEP), este enfoque de enseñanza pretende que los estudiantes usen de manera flexible conceptos, técnicas, métodos o contenidos en general, aprendidos previamente. Además, se intenta fomentar el desarrollo de procedimientos de resolución que no necesariamente les han sido enseñados con anterioridad (SEP, 2017).

En esta relación, el término problema se vincula a contextos rutinarios o no rutinarios, en los que el alumno busca la solución o soluciones, pero además incluye tener que aprender algún concepto matemático, con la finalidad de usar y desarrollar habilidades para acceder a diversos recursos y que estos sean utilizados. En otras palabras, se busca que el alumno aprenda estrategias que le permitan trabajar eficientemente con tales recursos en diversas situaciones. Pero el valor de las estrategias, habilidades y procesos radica en que favorezcan en el estudiante una forma flexible e independiente de pensar (Santos Trigo, 2014).

Para Schoenfeld (1985), la habilidad para resolver problemas “no es simplemente producto del conocimiento que tienen los estudian-

tes; también es derivado de sus experiencias con las matemáticas. Es decir, sus creencias sobre las matemáticas establecen el contexto psicológico dentro del cual hacen las matemáticas” (p. 14). Lo cual implica lidiar con nuevos problemas matemáticos de manera ingeniosa, flexible y eficiente. Este autor propone un marco para explicar el comportamiento de los estudiantes en actividades de resolución de problemas a partir de cuatro categorías:

a) El empleo de recursos básicos o hechos y procedimientos específicos

- Conocimiento informal e intuitivo. En ocasiones este conocimiento informal impide entender los conceptos matemáticos.
- Hechos y definiciones. Para plantear o seleccionar algún camino de solución. Un repertorio de recursos incluye también la forma en que el estudiante recuerda este conocimiento y tiene acceso a él para resolver el problema.
- Procedimientos rutinarios. Incluyen decisiones acerca del plan de solución y la evolución de este durante el proceso de solución (monitoreo o control).
- Conocimiento acerca del discurso del dominio.
- Errores consistentes o recursos débiles. Podrían ser el resultado de un mal aprendizaje.

b) El uso de estrategias cognitivas (conjunto de heurísticas)

Estrategias generales que podrían ser útiles para avanzar en la resolución de un problema.

Algunos elementos que pueden servir para guiar la discusión durante la resolución de problemas o el aprendizaje de algún concepto incluyen (Santos Trigo, 2014):

- El análisis: seleccionar valores particulares para ejemplificar el problema y encontrarle sentido usando argumentos en los que no haya pérdida de generalidad.
- La exploración: considerar problemas equivalentes, problemas modificados: ligeros y sustancialmente modificados.
- Verificar que la solución cumpla con las siguientes pruebas: ¿Usa los datos pertinentes? ¿Concuerda con las predicciones o estimaciones originales? ¿Puede obtenerse de otro modo diferente?

c) El empleo de estrategias de monitoreo o autoevaluación (metacognitivo)

Las acciones que involucran un control incluyen:

- Tener claridad acerca de lo que trata el problema antes de iniciar el proceso de resolución (fase de entendimiento).
- Considerar varias formas de resolver el problema y seleccionar un método particular a partir de una evaluación en relación con su utilidad (fase de diseño).
- Monitorear el proceso y decidir cuándo abandonar algún camino que no esté produciendo resultados (fase de implantación).
- Revisar el proceso de resolución y evaluar la respuesta obtenida (visión retrospectiva)

d) Las creencias de los estudiantes acerca de las matemáticas y la resolución de problemas

Las creencias establecen el contexto dentro del cual funcionan los recursos, las estrategias heurísticas y el control. Estas creencias provienen del tipo de instrucción recibida en clase.

Respecto a la función del profesor dentro del proceso de instrucción. Varios autores como Schoenfeld (1985), Santos Trigo (2014), así como Ursini S., Escareño F., Montes D. y Trigueros M. (2016), le dan un papel preponderante, pues éste será quien guíe el proceso de aprendizaje de los alumnos, además de crear las condiciones para que surjan zonas amplias de desarrollo próximo, entendidas como: la distancia entre el nivel de desarrollo real, determinado por la capacidad del niño para resolver un problema de manera independiente, y el nivel de desarrollo potencial, determinado por su capacidad para resolver un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con compañeros más capaces (Ursini et al 2016, p. 41).

Es deseable como lo plantea Santos Trigo (2014), que dentro de las discusiones en grupos se permita que los estudiantes propongan conjeturas, usen ejemplos o contraejemplos, o discutan diversos caminos de solución.

Para ello, se requiere un ambiente en el aula que favorezca la participación de los estudiantes en tareas y experiencias diseñadas para profundizar, conectar y reorganizar sus conocimientos, promoviendo la interacción social. De esta forma, se pueden proponer ideas y conjeturas matemáticas, evaluar su propio pensamiento y el de los demás, y desarrollar habilidades de razonamiento matemático (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000).

En un escenario de instrucción basado en la resolución de problemas es importante que el error sea visto como una oportunidad para aprender. En esta relación, los estudiantes deben ver la dificultad de las tareas que se les pide realizar, como un desafío que vale la pena, en lugar de una excusa para rendirse. La idea de forma general es, que incluso cuando una tarea matemática sea difícil, ellos puedan verla como interesante y gratificante (SEP, 2017).

De acuerdo con Santos Trigo (2014), considera que las representaciones que se realizan con la ayuda del software de geometría dinámica, en este caso GeoGebra5, resultan importantes en la búsqueda e iden-

tificación de relaciones, pues “(...) los estudiantes pueden construir su propio repertorio de resultados matemáticos a partir de analizar el comportamiento de los elementos de la configuración (búsqueda de invariantes), al mover componentes dentro de la misma figura o construcción” (p. 133).

Estas actividades también permiten establecer conexiones entre los temas de álgebra, geometría y análisis de datos, como cuando usan ideas de un área de las matemáticas para comprender mejor otra área de matemáticas (proceso asociativo). Además, los estudiantes de secundaria pueden trabajar con sistemas de álgebra computacional que realizan de manera eficiente la mayor parte de la manipulación simbólica; por lo que el estudio del álgebra no tiene por qué limitarse a situaciones o tareas en las que la manipulación simbólica es relativamente sencilla (NCTM, 2000).

La elección del tema se basó en los siguientes propósitos educativos que plantea la Secretaría de Educación Pública para el nivel de secundaria (SEP, 2017):

- a) Resolver problemas que impliquen el uso de ecuaciones hasta de segundo grado (...) (En primero de secundaria sólo se abordan ecuaciones lineales) (...).
- b) Modelar situaciones de variación lineal (...) y definir patrones mediante expresiones algebraicas.
- c) Elegir la forma de organización y representación –tabular, algebraica o gráfica– más adecuada para comunicar información matemática. (pp. 299-300)

Dentro del eje temático: número, álgebra y variación de la estructura curricular para secundaria (SEP, 2017), se contempla incorporar la relación entre variables en particular, la de variación lineal y variación inversamente proporcional.

Metodología

Considerando que se examina un caso en detalle a lo largo del tiempo, empleando múltiples fuentes de datos encontradas en el entorno que proporciona una descripción detallada, un análisis y las interpretaciones sobre el problema de investigación (McMillan y Schumacher, 2005), se identifica este trabajo como un estudio de caso.

Se inició con el diseño de las actividades didácticas considerando el uso del programa de geometría dinámica, GeoGebra5. La actividad se implementó en un plantel de telesecundaria, la cual presentó características comunes a las de un entorno social más amplio.

Se elaboró una guía didáctica para el docente en la cual se escribieron los resultados, se sugirieron algunos comentarios y preguntas retomados del modelo de resolución de problemas y uso de tecnología digital. El papel del profesor desde la metodología de resolución de problemas fue considerado fundamental, pues sirvió de guía en la discusión, retomó las dudas y participaciones de los estudiantes para profundizar en el tema, y creó un ambiente de trabajo propicio para el aprendizaje, entre otras funciones, tal como lo expone Santos Trigo (2014) a nivel teórico.

Fue importante, por tanto, pedir la colaboración de un profesor que impartiera clases en primer grado de telesecundaria, un docente interesado en aplicar la versión modificada al grupo del cual era titular.

El grupo de estudiantes finalmente estuvo integrado por trece alumnos, de los cuales se seleccionó el trabajo de seis participantes, quienes se destacaron por hacer aportaciones orales de manera constante en la clase y la información de sus hojas de trabajo estaba más detallada. Se buscó además que tuvieran diferentes niveles de aprovechamiento escolar: dos con un nivel bajo, dos con nivel intermedio y dos con nivel alto, para tener una visión más amplia al realizar el análisis de la propuesta didáctica modificada. A quienes se referirá en lo subsecuente como P-1, P-2, P-3, P-4, P-5 y P-6.

Se comentó a los alumnos, que estas actividades hacían parte de un estudio investigativo cuya intención era reducir al mínimo las alteraciones a la realidad del aula. Además, los participantes seleccionados, estuvieron trabajando con todo el grupo en un contexto escolar apegado a la cotidianidad, de forma que se pudo trabajar durante tres sesiones de 50 minutos cada una.

Instrumentos de recolección de datos

El método utilizado durante esta investigación fue la observación por ser una manera sistemática y selectiva de ver y escuchar una interacción o fenómeno a medida que se lleva a cabo. (Kumar, 2011). Además, se utilizaron como herramientas de apoyo grabaciones, archivos electrónicos, registros escritos realizados por los participantes en hojas de trabajo y notas realizadas por la investigadora.

- Grabaciones: a partir de este instrumento, se obtuvo información de los diálogos durante los procesos resolutivos planteados. Todas las grabaciones se transcribieron.
- Archivos electrónicos: permitieron recolectar el trabajo de los participantes y sirvieron en la reconstrucción del proceso seguido para resolver las actividades.
- Registros escritos realizados por los participantes en hojas de trabajo: fueron las anotaciones de las participantes realizadas en papel, tales como los cálculos numéricos o algebraicos, observaciones, y construcciones realizadas con las herramientas tecnológicas.
- Notas realizadas por la investigadora: elaboradas durante todas las sesiones de trabajo en las cuales se señalaron los acontecimientos relevantes con relación a la manera en que los participantes usaron las herramientas tecnológicas, los procesos de solución y los resultados que plantearon. Esta herramienta permitió triangular la información obtenida de las grabaciones.

Secuencia de actividades

Estuvieron conformadas por situaciones problemáticas acordes a la edad y a las características de los alumnos de primer grado de secundaria que pretendieron vincular lo que ya sabían, con el análisis de lo aprendido. Se buscaba favorecer la deducción de nuevas estrategias de solución.

Se tomó la decisión de que la situación problemática se situara en el contexto de fenómenos de movimiento rectilíneo uniforme e involucraran cantidades ligadas por una relación sencilla: la de proporcionalidad directa $y = ax$, pues era el primer acercamiento “formal” a la variable en una relación funcional.

El aula de clase estaba equipada con una computadora para cada alumno y el profesor titular contó con un equipo el cual se conectaba a un cañón. En cada equipo de cómputo se instaló GeoGebra5 para el desarrollo de las actividades.

Las preguntas planteadas pretendieron que el alumno (ver anexos 1 y 2):

- Reconociera la correspondencia entre variables relacionadas, independientemente de la representación utilizada.
- Determinara los valores de la variable dependiente y los valores de la variable independiente.
- Simbolizará una relación funcional, con base en el análisis de los datos del problema.

Los estudiantes en un primer momento trabajaron de manera individual para que retomaran sus conocimientos previos al intentar resolver los problemas. En esta etapa el profesor aclaró sus dudas.

Después, el profesor los integró en parejas conforme fueron terminando el trabajo individual para que comentaran procedimientos y

resultados, detectar errores y en caso necesario hicieran correcciones. Finalmente expusieron el trabajo realizado al grupo, momento en el cual nuevamente se corregían o complementaban sus procedimientos y resultados.

Discusión y resultados

La actividad inició con la pregunta del profesor sobre lo que sabían los participantes sobre las gráficas de variación lineal, pero ningún respondió.

Figura 1. Objetivos de aprendizaje de la actividad propuesta.

Objetivos de aprendizaje.
Que los alumnos:
- Reconozcan a partir del problema verbal, que existe una correspondencia entre los valores de las dos variables involucradas.
- Simbolicen la relación funcional de correspondencia.
- Determinen el valor de una de las variables cuando se conoce el valor de la otra.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Al inicio de la actividad (Anexo 1), de manera individual, cada estudiante completó la tabla 1 y explicó por escrito su procedimiento.

Figura 2. Respuesta de P-4.

1. Un autobús que parte de la terminal, después de cierto tiempo ha recorrido las distancias que se muestran en la siguiente tabla. (F1) Completa los datos faltantes.

TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (kilómetros)
60	90
40	60
12	18
5	7.5
2	3
1	1.5

use el procedimiento mental

Fuente: Elaboración propia (2021).

P-4 fue el primero en terminar, relacionó las variables: 60 min con 90 km, dividiendo 60 entre 2 y al resultado (30), le sumó la cantidad que faltaba para obtener 90, es decir el número 60. Al darse cuenta de que haciendo esto obtenía los 90 km, aplicó el mismo procedimiento a los 12 minutos:

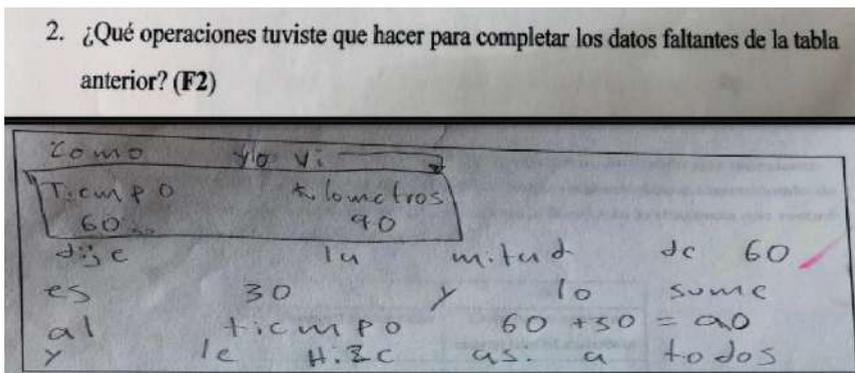
$$\frac{12}{2} = 6 + 12 = 18 \text{ km}$$

Así, llegó a la siguiente relación:

$$\frac{n}{2} + n = 1.5n$$

De esta forma comentó que corroboró su procedimiento y lo aplicó para calcular los kilómetros que faltaban en la tabla.

Figura 3. Respuesta de P-4.

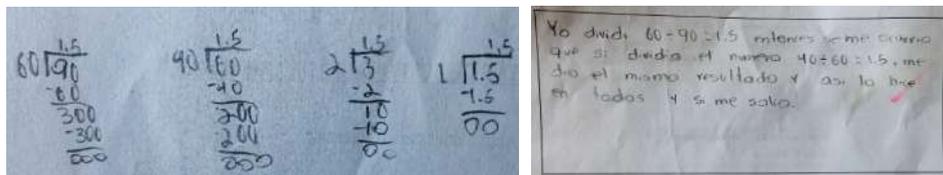


Fuente propia (2021).

P-3 dividió 90 km entre 60 min, obteniendo 1.5, luego 60 km entre 40 min, 3 km entre 2 min y 1.5 km entre 1 min. Así observó que en todas las divisiones debía obtener 1.5 y así fue como dedujo que las distancias calculadas estaban bien. La relación que encontró fue:

$$\frac{x}{y} = 1.5$$

Figura 4. Respuesta de P-3.

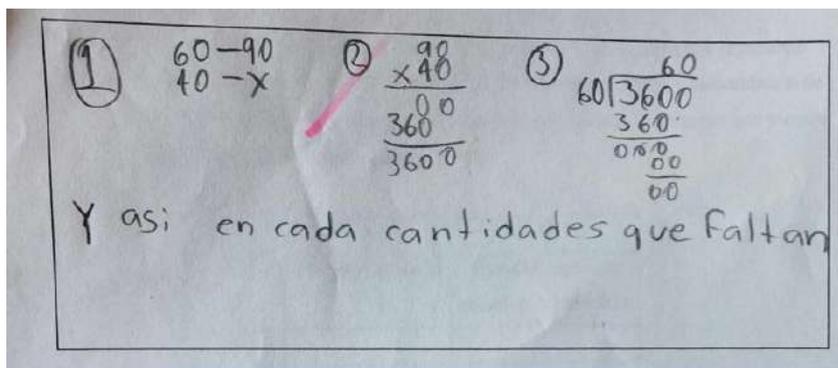


Fuente: Elaboración propia (2021).

Se desconoce por qué decidió dividir 60 entre 40, pues en la tabla no está impreso el 60 como la distancia correspondiente a 40 minutos. De esta forma, usó la constante de proporcionalidad para calcular los demás resultados y corroborar que sus resultados eran correctos.

El resto de los participantes escribió que utilizó la regla de tres, método sugerido por el profesor al inicio de la actividad:

Figura 5. Respuesta de P-5 al ítem 2.



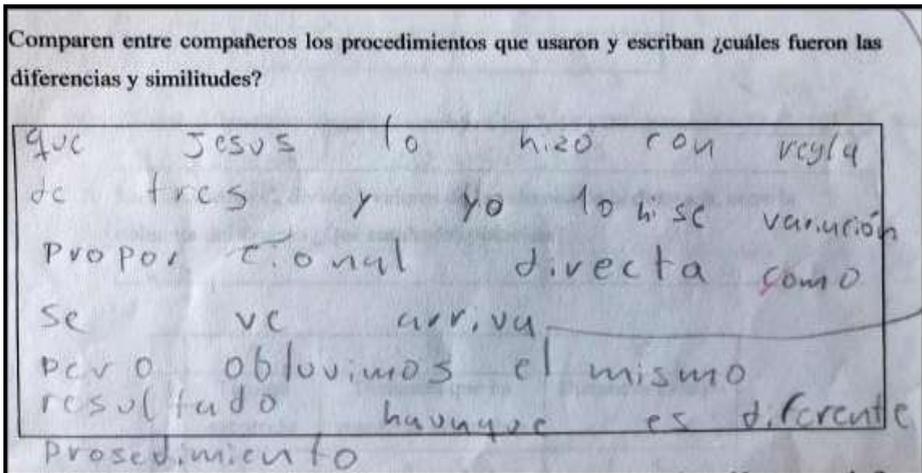
Fuente: Elaboración propia (2021).

Los participantes continuaron con la comparación de los procedimientos propios con los de sus compañeros y escribieron las diferencias.

Sólo el P-4, escribió que había diferencias en los procedimientos de solución, explicando que había hecho variación proporcional directa

y que su compañero (con el que previamente había cotejado los resultados) había hecho una regla de tres. Sin embargo, habían obtenido los mismos resultados.

Figura 6. Respuesta de P-4.

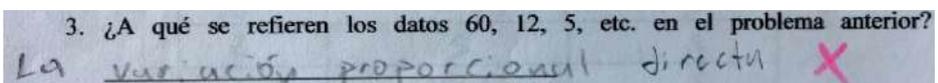


Fuente: Elaboración propia (2021).

Se observó que haber explicado, previamente, por escrito su procedimiento, facilitó el proceso de comparación y discusión con sus compañeros.

Para profundizar en el análisis de los datos proporcionados en la tabla, escribieron a qué se referían los números 60, 12, 5, etc. (tiempo). En las hojas de trabajo, P-1, P-2 y P-3, identificaron que esas cantidades representaban a los minutos. P-4 escribió: “la variación proporcional directa”, P-5: “si multiplicas $12 \cdot 5 = 60$ tienen relación” y P-6: no contestó.

Figura 7. Respuesta de P-3.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 8. Respuesta de P-4.

3. ¿A qué se refieren los datos 60, 12, 5, etc. en el problema anterior?
La variación proporcional directa X

Fuente: Elaboración propia (2021).

Con relación a las otras cantidades que trabajaron en su procedimiento, P-1, P-2 y P-5 escribieron: la distancia o kilómetros que recorrió el autobús. P-3: “los kilómetros y los minutos van cambiando”, P-4: “la variación proporcional también” y P-6: no contestó.

Figura 9. Respuesta de P-2.

4. ¿Qué representan las otras cantidades que escribiste en el procedimiento? los kilómetros que recorrió en minutos X

Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 10. Respuesta de P-3

4. ¿Qué representan las otras cantidades que escribiste en el procedimiento? Los kilómetros y minutos van cambiando X

Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 11. Respuesta de P-4.

4. ¿Qué representan las otras cantidades que escribiste en el procedimiento? también la variación proporcional directa X

Fuente: Elaboración propia (2021).

El profesor señaló que esas dos preguntas hacían referencia a las variables, cantidades que van cambiando, las cuales en el problema eran el tiempo y la distancia. Agregó que una variable dependía de la otra, por lo que a una de esas variables se le conocía como variable dependiente.

Para la siguiente actividad, los participantes usaron GeoGebra5. En la ejecución de estas actividades continuaron trabajando con la correspondencia entre las variables relacionadas, así como en la determinación de los valores de la variable independiente, dados los valores de la variable dependiente.

Durante la actividad, se apreciaron las interacciones entre alumno-alumno y alumno-profesor, que se proponen en el enfoque didáctico, así como la posición activa del alumno al escribir en las celdas, el método heurístico de su preferencia.

Las representaciones que realizó P-1 con ayuda del *software* de geometría dinámica, le permitieron encontrar nuevas relaciones, que con lápiz y papel no había encontrado.

Figura 12. Descripción.

5. Utiliza una hoja de cálculo en Geogebra5 para obtener una tabla que represente esta situación. En la columna *A* coloca el tiempo transcurrido e increméntalo de minuto en minuto hasta 20min. En la columna *B* calcula la distancia del autobús con la fórmula general. (F3)

	A	B
1	Tiempo recorrido	Distancia en la que se ubica el autobús
2		
3		
4		

Fuente: Elaboración propia (2021).

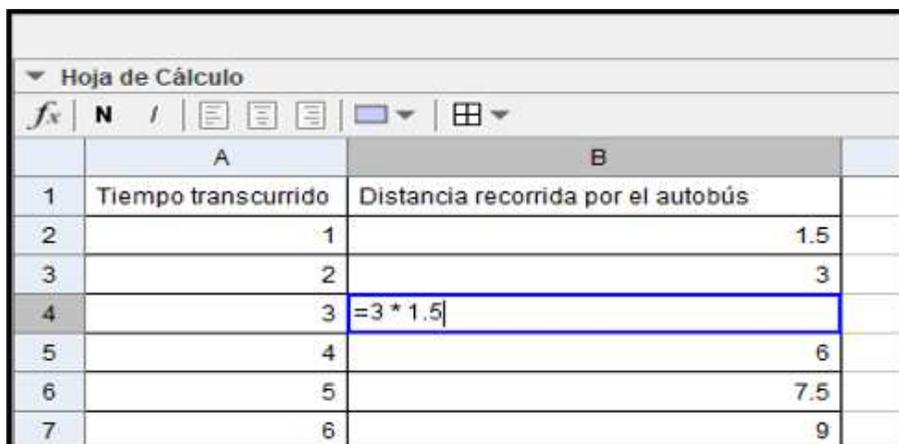
P-1, fue el primero en terminar. En su procedimiento podemos observar que calcular la distancia recorrida desde el minuto uno, le permitió identificar la constante de proporcionalidad al relacionar que cada minuto, el autobús recorría 1.5 km, así pudo establecer entonces, la fórmula “distancia = 1.5 (tiempo)” y usarla para calcular el resto de las distancias, como se planeó con base en la metodología de resolución de problemas y uso de herramientas tecnológicas digitales. El software permitió de manera adicional, comparar sus resultados con lo que había hecho con lápiz y papel:

Figura 13. Descripción.

P-1: Poniendo el resultado que nos salió en 1, que es 1.5 y lo multipliqué por el número de minutos.
Profesor: ¿Por qué por 1.5?
P-1: Es lo que equivale a 1 minuto.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 14. Trabajo realizado por P-1.



Hoja de Cálculo		
	A	B
1	Tiempo transcurrido	Distancia recorrida por el autobús
2	1	1.5
3	2	3
4	3	=3 * 1.5
5	4	6
6	5	7.5
7	6	9

Fuente: Elaboración propia (2021).

Mientras tanto, P-2 aplicó el procedimiento que encontró usando lápiz y papel:

$$\frac{n}{2} + n = 1.5n$$

Figura 15. Descripción.

	A	B
1	Tiempo transcurrido	Distancia recorrida por el autobús
2	1	1.5
3	2	3
4	3	4.5
5	4	=4 / 2 + 4
6	5	7.5
7	6	9
8	7	10.5
9	8	12

Fuente: Elaboración propia (2021).

En el guion seguido por el profesor, se sugiere que éste los conduzca para que lleguen a la relación:

$$(1.5) \text{ (kilómetros)} = \text{ minutos}$$

De esta forma, el estudiante pudo construir la tabla 1 en GeoGebra5, pero en la práctica no fue necesario hacerlo, ya que construyeron su tabla con los métodos encontrados a lápiz y papel.

Figura 16. Descripción.

Profesor: ¿Qué son el tiempo y la distancia?
 P-3: Variables, porque varían, van cambiando.
 Profesor: Encontraron una constante ¿Cuál fue el número que multiplicaron por el tiempo?
 P-1: 1.5, era lo que se recorría en un minuto.
 Profesor: - ¿Qué podemos hacer, si ahora queremos saber la distancia recorrida por el autobús en tres horas? - Nadie contestó - ¿Cuántos minutos hay en tres horas?
 P-3: 180 minutos.
 P-1: 180 minutos por 1.5. El profesor asintió.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Calcularon la distancia correspondiente a 7, 6 y 20 minutos.

Figura 17. Descripción.

P-1: 7 minutos es igual a 10.5, porque la mitad de 7 es 3.5+7.5=10.5.
 Profesor: ¿Y la distancia correspondiente a 16 min?
 P-1: 24 kilómetros porque $16 \cdot 1.5 = 24$.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Posteriormente construyeron una tercera columna, en la que debían dividir la distancia entre el tiempo.

Figura 18. Trabajo realizado por P-3.

	A	B	C
1	mpo transcurrido	Distancia recorrida por el autobús	Distancia/Tiempo
2	1	1.5	1.5
3	2	3	1.5
4	3	4.5	1.5
5	4	6	1.5
6	5	7.5	1.5
7	6	9	=9 / 6
8	7	10.5	1.5

Fuente: Elaboración propia (2021).

Al comparar resultados de manera grupal, los participantes identificaron que cuando el tiempo y la distancia eran correspondientes, al dividirlos, se obtenía el mismo cociente. En esta dirección, la constante de proporcionalidad les permitió verificar que las distancias que habían calculado eran correctas. De esta forma, la construcción de la tabla 1 en la hoja de cálculo, sirvió como introducción al concepto de relación funcional entre variables.

Figura 19. Trabajo realizado por P-6

	A	B	C	D
1	mpo transcurrido	Distancia recorrida por el autobús	Distancia/Tiempo	
2	1	1.5	1.5	
3	2	3	1.5	
4	3	4.5	1.5	
5	4	6	1.5	

Fuente: Elaboración propia (2021).

En las hojas de trabajo sólo escribieron los resultados del tiempo, la distancia y la constante de proporcionalidad.

Figura 20. Respuesta de P-5.

7. En la columna C, divide 5 valores de la columna de la distancia, entre la columna del tiempo ¿Qué resultados obtuviste?

dio lo mismo en todos

	A	B	C
1	Tiempo recorrido	Distancia que ha recorrido el autobús	Distancia/Tiempo
2	1	1.5	1.5
3	2	3	1.5
4	3	4.5	1.5
5	4	6	1.5
6	5	7.5	1.5

Fuente: Elaboración propia (2021).

La construcción de la tabla en la hoja de cálculo introduce a los estudiantes al concepto de relación funcional entre variables.

Para concluir, P-4 leyó la información sobre la fórmula general

Figura 21. Descripción.

Si te das cuenta, una posible fórmula para calcular la distancia del autobús puede expresarse así:

$$a * x - y$$

1.5* (tiempo transcurrido) = distancia del autobús en kilómetros

donde a representa un número constante, y las variables están representadas por “x” y “y”.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Conclusiones

Durante la implementación de las actividades, se pudo observar que los participantes formularon preguntas y reflexionaron abiertamente sobre los conceptos, problemas y estrategias cognitivas y metacognitivas de resolución, que no necesariamente han sido enseñados con anterioridad a los estudiantes. Este hecho muestra que existe una disposición matemática en los aprendizajes (Santos Trigo, 2014 y SEP, 2017).

Se tienen indicios de que los participantes manifestaron en diferentes momentos, las cuatro categorías, propuestas por Schoenfeld (1985): a) el empleo de recursos básicos o hechos y procedimientos específicos; b) el uso de estrategias cognitivas (conjunto de heurísticas); c) el empleo de estrategias de monitoreo o autoevaluación (metacognitivo); y d) las creencias de los estudiantes acerca de las matemáticas y la resolución de problemas.

Complementariamente, teniendo en cuenta los registros de las transcripciones, se tienen indicios de que el uso de tecnología digi-

tal favoreció el logro de los objetivos de aprendizaje planeados, aun cuando les faltaban conocimientos previos como la ejecución de operaciones básicas (multiplicación y división), el plano cartesiano, ubicación de puntos en el plano cartesiano y el uso de algunas funciones del *software*.

El apoyo didáctico del docente como titular del grupo fue fundamental, ya que éste sugería posibles respuestas a las que los alumnos debían llegar; así como detonaba preguntas o ideas que los estudiantes plantearon con la intención de identificar diferentes caminos de actuación y poder así realizar procesos metacognitivos (Santos Trigo, 2014). De otra forma podemos decir que aun sin ser especialistas en matemáticas y su enseñanza (lo cual ocurre por el perfil de los profesores de Telesecundaria en México), se puede trabajar con el enfoque epistemológico y la metodología didáctica que se propone en las actividades de esta investigación.

Finalmente se pudo observar que el docente hizo las aportaciones que, desde su perspectiva, consideró adecuadas, pues bien sea retomando las sugeridas en la investigación, complementándolas o haciendo comentarios totalmente diferentes a lo escrito en el documento, se lograron las actividades planteadas. Sería deseable en un futuro, que los profesores conozcan a profundidad el modelo educativo y la metodología didáctica con los cuales van a trabajar. Ya que su papel y participaciones durante el proceso de aprendizaje será determinado por estos referentes, pues al hacer el análisis de la información recolectada en las grabaciones y las hojas de trabajo, fue notorio que los comentarios del profesor influyeron en el tipo de procedimientos, argumentos y conclusiones a los que llegaron los estudiantes.

Referencias bibliográficas.

Kumar, R. (2011). *Research Methodology. A step-by-step guide for beginners*. 3^a. Ed.- Gran Bretaña: Mixed Sources.

- McMillan, J. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. -5^a. Ed.-, Madrid, España: Pearson educación S. A.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Santos, L. M. (2014). *La resolución de problemas matemáticos. Fundamentos cognitivos*. -2^a. Ed.- Ciudad de México, México: Trillas.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, EUA: Academic Press.
- Secretaría de Educación Pública [SEP] (2017). *Aprendizajes Clave para la Educación Integral. Plan y programas de estudio para la educación básica*. Ciudad de México, México: SEP.
- Ursini S., Escareño F., Montes D. y Trigueros M. (2016). *Enseñanza del álgebra elemental. Una propuesta alternativa*. Ciudad de México, México: Trillas.

Anexos

Anexo 1. Guion didáctico para el profesor.

GUION PARA EL PROFESOR

Objetivos de aprendizaje.

Que los alumnos:

- Reconozcan a partir del problema verbal, que existe una correspondencia entre los valores de las dos variables involucradas.
- Simbolicen la relación funcional de correspondencia.
- Determinen el valor de una de las variables cuando se conoce el valor de la otra.

INSTRUCCIONES. Lee el enunciado del problema y completa la tabla.

1. Un autobús que parte de la terminal, después de cierto tiempo ha recorrido las distancias que se muestran en la siguiente tabla. **(F1)** Completa los datos faltantes.

TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (kilómetros)
60	90
40	60
12	18
5	7.5
2	3
1	1.5

Después de observar la tabla pregunte, ¿Cuáles son los datos del problema que proporcionan información para poderlo resolver?

Realiza lo que se te pide.

2. ¿Qué operaciones tuviste que hacer para completar los datos faltantes de la tabla anterior? **(F2)**

Los posibles procedimientos que usarán los alumnos son:

$$90 \div 60 = 1.5 \quad 30 * 1.5 = 45 \quad \frac{60}{30} = \frac{90}{x=45}$$

Escriba las comparaciones entre compañeros los procedimientos que usaron y escriban ¿cuáles fueron las diferencias y similitudes?

3. ¿A qué se refieren los datos 60, 12, 5, etc. en el problema anterior? El tiempo en minutos. _____

4. ¿Qué representan las otras cantidades que escribiste en el procedimiento?

El 90, 60, 18, 7.5, 3 y 1.5 representan la posición del autobús en un tiempo determinado. El 1.5 representa la posición que ocupará el autobús después de un minuto.

Si los alumnos utilizan la regla de tres, escriba en el pizarrón las fracciones equivalentes, para este ejemplo: $\frac{45}{30}$ y $\frac{90}{60}$, pregunte ¿Qué operación tendrían que hacer si sólo conocieran el tiempo para poder calcular los kilómetros?

Si los estudiantes hacen procedimientos donde no aparece la constante 1.5, pregunte ¿qué distancia recorre el autobús en un minuto? con la intención de guiarlos para llegar a esta representación:

La operación que hiciste probablemente fue:

$$1.5 \cdot 60 = 90$$

Una fórmula general para hacer esto es:

$1.5 \cdot (\text{tiempo transcurrido}) = \text{ubicación del autobús en kilómetros}$

5. Utiliza una hoja de cálculo en GeoGebra5 para obtener una tabla que represente esta situación. En la columna **A** coloca el tiempo transcurrido e incrementalo de minuto en minuto hasta 20min. En la columna **B** calcula la distancia que recorre el autobús con la fórmula general. **(F3)**

	A	B
	Tiempo transcurrido	Distancia que ha recorrido el autobús
1	1	=A1*1.5
2	2	=A2*1.5
3	3	=A3*1.5
4	4	=A4*1.5
5	5	=A5*1.5

Donde A1, A2, etc. representan el nombre de la columna, cuyos valores se multiplicarán por 1.5, lo cual permitirá que al seleccionar dos celdas y arrastrar el cursor hacia abajo se copie la fórmula en el resto de la columna.

6. ¿A qué distancia se ubicará el autobús a los 7, 16 y 20 minutos? 10.5km, 24km y 30km _____
7. En la columna C, divide 5 valores de la columna de la distancia, entre la columna del tiempo ¿Qué resultados obtuviste? _____

	A	B	C
1	Tiempo transcurrido	Distancia que ha recorrido el autobús	Distancia/Tiempo
2	1	=A1*1.5	= Seleccionar celda de la columna B/ la celda de la columna A
	2	=A2*1.5	
4	3	=A3*1.5	
5	4	=A4*1.5	
6	5	=A5*1.5	

Haga hincapié en que 1.5 es la constante de proporcionalidad tanto para calcular el tiempo, como la distancia y que cuando se divide distancia sobre tiempo se está hablando de velocidad.

Una posible fórmula para calcular la distancia del autobús puede expresarse así:

$$a * x = y$$

Es decir: 1.5* (tiempo transcurrido) = distancia del autobús en kilómetros

En donde “a” representa un número constante, y las variables están representadas por “x” y “y”.

Compara y discute tus respuestas con tus compañeros.

Fuente: Elaboración propia (2021).

EVALUACIÓN Y SOFTWARE EN CURSOS DE MATEMÁTICA: EDUCACIÓN DURANTE LA PANDEMIA

*Assessment and software in mathematics courses:
Education during the pandemic*

Andrés Felipe Muñoz-Tello

Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia

© <https://orcid.org/0000-0001-7854-4575>

✉ andres.munoz00@usc.edu.co

Marcela Duarte-Herrera

Universidad Santiago de Cali. Cali-Colombia

Universidad del Valle. Cali-Colombia

© <https://orcid.org/0000-0001-5800-2381>

✉ marcela.duarte@correounivalle.edu.co

Resumen. En tiempos del COVID-19 el uso y buen manejo de las herramientas tecnológicas se ha vuelto obligatorio en los ámbitos educativos. En particular, en el área de las matemáticas, el cambio de la modalidad estrictamente presencial a la modalidad virtual o alternada, hace que la evaluación deba ajustarse a la contingencia, replanteando las formas en las cuales se planea, diseña y ejecuta. Para ello, se analizaron algunos datos obtenidos a lo largo de siete periodos académicos del curso de Cálculo II, impartido en una Universidad de Santiago de Cali (Colombia), de modo que puedan reconocerse

Cita este capítulo

Muñoz-Tello, A. F. y Duarte-Herrera, M. (2022). Evaluación y software en cursos de Matemática: Educación durante la pandemia. En: Villota Enríquez, J. A.; González Valencia, H. y Medina Agredo, P. (eds. científicos). *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*. (pp. 257-277). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

dichas transformaciones, a través de los resultados de aprendizaje obtenidos por los estudiantes. Esta información es tomada como materia prima para la reflexión y propuesta de mejora para procesos evaluativos de calidad, los cuales puedan ser medidas más efectivas del aprendizaje significativo del estudiante, valorado a través a partir del uso plataformas digitales.

Palabras Clave: evaluación, educación en línea, matemáticas, Covid-19, pandemia.

Abstract. In times of COVID-19, the use and good management of technological tools has almost become mandatory in educational settings. In particular, in the area of mathematics, the change from the strictly face-to-face modality to the virtual or alternate modality means that the evaluation must be adjusted to the contingency, rethinking the ways in which it is planned, designed and executed. For this, some data obtained over seven academic periods of the Calculus II course, taught at a University of Santiago de Cali (Colombia), were analyzed so that these transformations can be recognized, through the learning results obtained by the students. This information is taken as raw material for reflection and improvement proposal for quality evaluation processes, which can be a more effective measure of meaningful student learning, valued through the use of digital platforms.

Keywords: evaluation, online education, math, Covid-19, pandemic.

Introducción

El uso de herramientas tecnológicas se ha convertido en un aliado para la educación matemática. Por ejemplo, las redes sociales, aplicaciones de videollamadas y *streaming*, se han convertido en la forma de interacción por excelencia de docentes y estudiantes en tiempos de pandemia y aislamiento social. Pero esto ha causado que, en el área de las matemáticas, la evaluación haya sufrido cambios radicales.

Por ejemplo, el desarrollo de ejercicios y actividades de evaluación gráficas y operativas individuales, que en otra época formaban parte del arsenal de actividades, ya no sean parte fundamental de las opciones de evaluación del conocimiento abstracto matemático, dado que los desarrollos tecnológicos en redes sociales, comunicación instantánea, el desarrollo de calculadoras más potentes, gratuitas y de fácil uso, hacen que las evaluaciones en línea en este tipo de actividades conviertan muchos casos en solo replicar los resultados dados por parte de estas herramientas.

En tiempos del Covid-19 el uso de las tecnologías ha sido uno de los recursos primordiales para el aprendizaje, y por tanto, un nuevo desafío en instituciones de educación sin experiencia en educación en línea, que como menciona Hodges et al. (2020), podría llevar a la percepción de la enseñanza en línea como una opción débil, cuando podría ser una oportunidad interesante para proponer innovaciones educativas que faciliten el aprendizaje adaptadas a las posibilidades de estudiantes, docentes e instituciones educativas.

Marco Teórico

Dadas las transformaciones socio-tecnológicas propias de la época, y los cambios acelerados en la educación remota de emergencia durante la pandemia, se hace urgente y necesaria la investigación educativa para el diseño de actividades que promuevan el aprendizaje significativo en el aula virtual (Duarte-Herrera et al., 2019; Del Valle & Villa, 2008). Estudios como los planteados por Dasheva et al. (2020) y Giltchrist et al. (2021), lograron reconocer que esta transición entre la enseñanza y la evaluación antes y después de la pandemia, ha otorgado un valor especial a las tecnologías y al desarrollo de competencias de pensamiento matemático y computacional.

En esta medida, se hace necesario retomar elementos de la pedagogía para que el uso de aplicaciones o programas para la evaluación/aprendizaje, cobre un sentido formativo particular. Means et al.

(2014), proponen que se deben identificar varias dimensiones para la planeación de una clase en línea, que permitirán dar mayor sentido a la propuesta pedagógica, así como a los ejercicios de evaluación formativa y sumativa que se desarrollen en las plataformas de aprendizaje (Díaz-Barriga, 1989).

Tabla 1. Adaptación de dimensiones para la planeación de clases en línea según Means et al. (2014).

Dimensión	Definición
Ritmo de enseñanza-aprendizaje	Tanto del estudiante como caso particular, el grupo de trabajo inscrito al curso, así como las posibilidades de enseñanza del docente.
Relación docente-estudiante	Características de la relación entre los actores, así como las motivaciones intrínsecas y extrínsecas para el aprendizaje (Ausubel et al., 1983; Duarte-Herrera et al., 2019).
Fundamentos pedagógicos	Referente teórico-práctico del espacio formativo.
Rol del estudiante	Posibilidades de interacción con el docente, el grupo o curso, así como con el docente.
Rol del docente	Descripción de cualidades como agente promotor del aprendizaje (directivo o pasivo).
Comunicación (medios)	Posibilidades de comunicación en tiempo “real” o de manera asincrónica para el desarrollo de la clase, ejercicios de aprendizaje o resolución de preguntas.
Ejercicios evaluativos	Finalidad u objetivo por el cual son elaboradas, y si este corresponde con la actividad de aprendizaje presentada.
Retroalimentación	Espacios de revisión de aciertos o errores en el desempeño del estudiante a lo largo del curso.

Fuente: Elaboración Propia (2021).

Al integrarse dichos elementos de manera significativa, aumenta la posibilidad de obtener mejores resultados al hacer uso de medios y herramientas virtuales de aprendizaje (Díaz & Barriga, 2002). Esto nos indica nuevamente que el papel de una buena evaluación, la cual

tenga un objetivo claro y que esté a tono con este mundo de desarrollos en tecnologías de información y comunicación (TIC), es parte importante del desarrollo de propuestas innovadoras de aprendizaje.

Dentro de las investigaciones en este ámbito antes de la pandemia, encontramos que Martínez-Palmera et al. (2018), implementaron un estudio para evaluar la pertinencia del uso de objetos virtuales de aprendizaje (OVA), en la enseñanza de contenidos del curso de cálculo diferencial, realizando un ejercicio de evaluación del aprendizaje para comparar dos grupos (experimental y control). En el grupo donde se utilizaron los OVA, se encontraron mejores competencias de interpretación, motivación al aprendizaje, modelación y resolución de problemas. En esta misma vía, Grisales (2018), se planteó en su investigación el valor de los recursos tecnológicos para la enseñanza de la matemática, siendo un campo de estudio que requiere mayor investigación y formación del profesorado y los estudiantes, en cuanto a su adecuado manejo.

Pizarro-Rendic et al. (2018), por su parte, estudiaron el proceso de enseñanza de la matemática con apoyo de *software* en un caso particular: la función racional. En dicho estudio, se reconoce la posibilidad de comprender mejor el proceso, gracias a la visualización o presentación gráfica del mismo. Lo anterior, lleva a reconfigurar el valor del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, tal como lo reportan García-Oliveros et al. (2020) y García-Peñalvo (2020), quienes señalan en su estudio la importancia de diseñar evaluaciones formativas para el reconocimiento del proceso de aprendizaje de las matemáticas, presentando como una necesidad de primera línea, la cualificación docente para trascender modelos evaluativos centrados en el resultado final, y no en la comprensión misma de los conceptos trabajados a lo largo del periodo académico.

En lo que refiere específicamente a la enseñanza de la matemática durante la pandemia, se encuentran investigaciones y reflexiones como las de Fernández-Enguita (2020), Saltos-Cedeño et al. (2020), Font & Sala (2020), Sarduy et al. (2020), y Sánchez (2020), que señalan el va-

lor de las herramientas tecnológicas y la innovación educativa para el desarrollo del pensamiento matemático. Lo anterior, lleva a plantear la necesidad de reflexión e investigación en el campo de la pedagogía de las matemáticas a nivel universitario.

Metodología

Para esta investigación de corte cualitativo tipo estudio de caso (Creswell, 2012), donde a partir de la experiencia y práctica pedagógica de un docente y los desempeños en las evaluaciones de los estudiantes del curso Cálculo II, se da cuenta de las transformaciones de las prácticas y resultados de aprendizaje antes y después de la pandemia, así como las dimensiones en el proceso de planeación y desarrollo de la práctica educativa, según lo propuesto por Means et al. (2014).

En cuanto a la población objeto de investigación, se tienen en cuenta los resultados de aprendizaje de 742 estudiantes universitarios de la ciudad de Santiago de Cali (Colombia), durante los periodos 2017B al 2020B, a los cuales se les realizaron nueve evaluaciones durante su permanencia en el curso (durante un semestre), las cuales se distribuyeron en grupos de tres actividades (tres por cada corte académico) en los cuales las dos primeras de cada grupo tenían un peso del 20% y la última un 60%. Es importante mencionar que a la última actividad de cada corte académico se le denominó con el nombre de parcial, ya que evaluaba la totalidad de cada corte académico, y que los dos primeros cortes representan el 30% de la nota definitiva, mientras que el último representa el 40%.

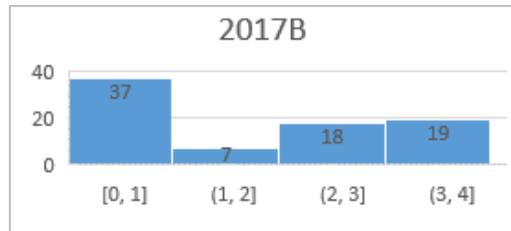
Otros elementos que considera esta investigación, son las reflexiones del docente, ejercicios y ejemplos empleados durante la ejecución de los cursos antes y después de la pandemia. En la contingencia de no poder asir el cambio, debe hacerse parte de la investigación las dificultades particulares del desarrollo en ambos periodos, reconociendo que todo método es una práctica histórica y social, que da cuenta de un caso paradigmático (Molina, 2020; Agamben, 2010), y que re-

quiere de procesos de reflexividad y cuestionamiento del investigador(a) educativo frente a la realidad que le circunda.

Resultados y Discusión

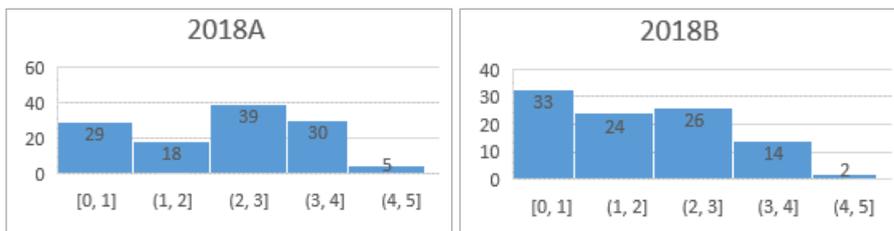
Las siete figuras presentadas a continuación, representan la relación entre los intervalos de notas con el número de estudiantes como evidencia de su desempeño efectivo en los procesos evaluativos. Estas se obtuvieron al compilar las notas definitivas obtenidas por estudiantes universitarios en el curso de Cálculo II, durante siete semestres comprendidos entre el agosto del 2017 y diciembre del 2020, en los cuales se utilizan evaluaciones individuales con preguntas del tipo gráfico y operativo que se venían usando con anterioridad.

Figura 1. Calificaciones de estudiantes Cálculo II, durante el periodo 2017 B.



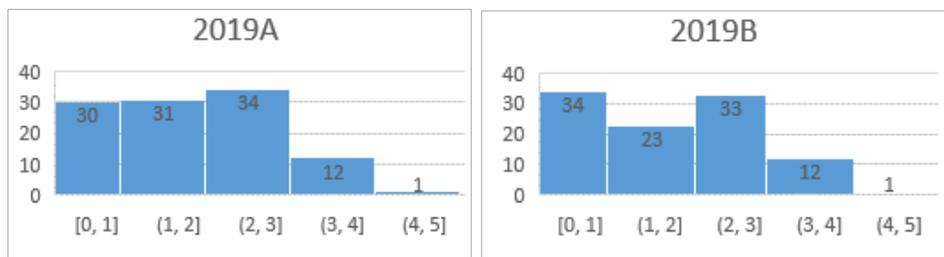
Fuente: Elaboración Propia (2021).

Figura 2. Calificaciones de estudiantes Cálculo II, durante los periodos 2018 A y 2018.



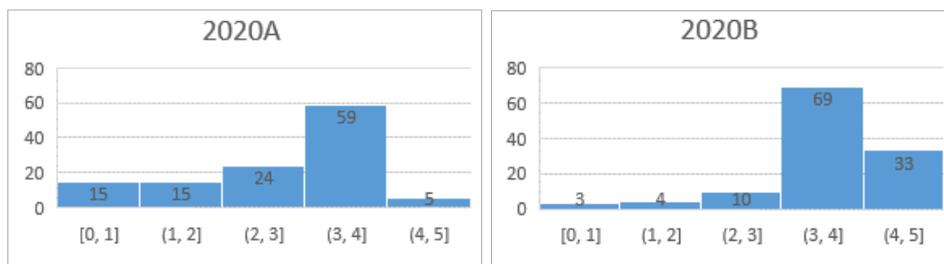
Fuente: Elaboración Propia (2021).

Figura 3. Calificaciones de estudiantes Cálculo II, durante los periodos 2019 A y 2019 B.



Fuente: Elaboración Propia (2021).

Figura 4. Calificaciones de estudiantes Cálculo II, durante los periodos 2020 A y 2020 B.



Fuente: Elaboración Propia (2021).

Las figuras denominadas como 2017B, 2018A, 2018B, 2019A, 2019B representan cursos con evaluación totalmente presencial, la figura 2020A representa un curso con evaluación en parte virtual usando Moodle, este curso involucra evaluaciones semejantes y sin conocimiento en aplicaciones de uso matemático. Finalmente, el figuras 020B representa un curso con evaluaciones virtuales en Moodle con evaluaciones que implementan aplicaciones de cálculo en matemáticas.

Las figuras anteriores muestran que en promedio el tamaño de la muestra de notas definitivas tomada por semestre es de 109, que la cantidad de estudiantes en los semestres anteriores al año 2020 que obtuvieron una nota menor o igual a 3.0 son mayoría; lo cual es un

cambio radical a lo ocurrido en los semestres 2020A y 2020B en los que se usó la modalidad virtual a causa de la pandemia.

Tabla 2. Porcentaje de aprobación.

Semestre	Porcentaje de aprobación	Total de estudiantes
2017 B	23.75%	80
2018 A	29.16%	120
2018 B	16.32%	98
2019 A	12.14%	107
2019 A	12.74%	102
2020 B	54.70%	117
2020 A	86.44%	118

Fuente: Elaboración Propia (2021).

La tabla 2 muestra claramente que el porcentaje de aprobación del curso es muy superior a partir de la implementación de la virtualización de las evaluaciones en el mismo. A continuación, se muestra en la tabla 3, un análisis estadístico más detallado de estos desempeños:

Tabla 3. Datos cuantitativos.

Semestre	Promedio	Desviación	Moda	Mediana
2017 B	1.55	1.24	0.15	1.52
2018 A	2.19	1.17	0.32	2.44
2018 B	1.81	1.13	0.15	1.58
2019 A	1.81	1.03	0.76	1.77
2019 B	1.68	1.07	0.06	1.74
2020 A	2.77	1.14	3.00	3.14
2020 B	3.68	0.79	3.63	3.89

Fuente: Elaboración Propia (2021).

En cuanto al proceso de planeación de clase y diseño de evaluaciones, las dimensiones de Means et al. (2014) fueron tenidas en cuenta para el análisis de los elementos diferenciales entre ambas modalidades, presencial antes de la pandemia y la modalidad en línea por la situación de emergencia sanitaria:

Tabla 4. Transformaciones en el ejercicio de planeación de clases antes y después de la pandemia.

Dimensiones	Modalidad Presencial	Modalidad en Línea
Ritmo de enseñanza-aprendizaje	Moderado-Lento, influenciado por el número de encuentros con el docente y compañeros de curso.	Moderado-rápido, ya que no están restringidos a un salón y horario de clase, para interactuar con sus compañeros y su docente. .
Relación docente-estudiante	Respetuosa, motivacional y reflexiva, mediada por la interpretación del comportamiento personal (cara a cara) de cada individuo.	Respetuosa, motivacional y reflexiva, mediada por la interpretación del comportamiento en línea (en video llamadas, chats y correos) de cada individuo.
Fundamentos pedagógicos	Constructivismo.	Constructivismo (aprendizaje colaborativo).
Rol del estudiante	Pasivo, pocos podían intervenir para exponer sus dudas y aportes.	Activo, todos pueden exponer sus dudas y aportes, en el momento que lo deseen.
Rol del docente	Guía y mediador en los procesos de aprendizaje.	Guía y mediador en los procesos de aprendizaje.
Comunicación (medios)	Durante clases presenciales o correo electrónico institucional	Plataforma Moodle, Zoom, correo electrónico institucional. Canal de Youtube
Ejercicios evaluativos	En medio físico con apoyo de calculadora científica. Ejercicios similares a los trabajados en clase.	Plataforma Moodle con apoyo de softwares matemáticos. Ejercicios similares a los trabajados en clase.
Retroalimentación	La clase posterior a cada actividad evaluativa.	Inmediatamente se termina la actividad evaluativa y las clases posteriores a la actividad.

Fuente: Elaboración Propia (2021).

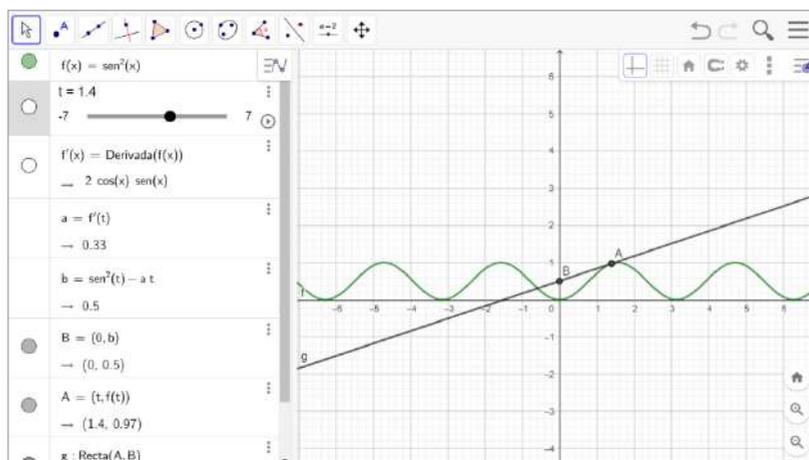
Estos datos sugieren, que los estudiantes se fueron adaptando muy rápidamente a las evaluaciones virtuales de Cálculo II, ya que el promedio de los estudiantes en torno a los semestres 2020A y 2020B aumentó considerablemente, lo cual se complementa con el decremento de la desviación estándar durante este mismo periodo de tiempo. Esto genera dudas sobre el proceso de planeación de evaluaciones, en tanto la posibilidad de determinar con precisión lo significativo/duradero que será dicho aprendizaje, ya que como se comentó al inicio de este documento, durante el periodo 2017B al 2020B se usaron evaluaciones que se enfocaban en el poder operativo de cada estudiante. Es decir, las evaluaciones se planificaban con la idea de que el estudiante realizará los cálculos correctos para un ejercicio propio del curso o un problema de aplicación en la vida real, todo esto en un tiempo y un lugar determinado por el encargado del curso. El control de tiempo y espacio, en el caso de evaluaciones presenciales, de cierta manera garantiza que el estudiante hace un buen uso de los conceptos propios del curso, ya que en la presencialidad es posible por parte del evaluador observar cómo se desenvuelve el estudiante ante los retos presentados en la evaluación. Esta información que no está plasmada en el escrito final presentado por el estudiante, constituye un elemento importante, el cual es tomado en cuenta, en la calificación final de cada actividad evaluativa.

Pero esto no sucede en las evaluaciones implementadas en tiempos de educación remota de emergencia implementadas a nivel local y nacional por la mayoría de nuestras universidades, ya que el estudiante no necesariamente está restringido al tiempo y espacio, ni mucho menos al ojo vigilante del evaluador, quien como se explicaba en el caso presencial podía tomar sus observaciones del estudiante durante la evaluación como parte de la calificación definitiva de un curso. Esto se complementa con el acceso, por parte del estudiante, a varias tecnologías de información, aplicaciones y simuladores, con los cuales puede incluso resolver paso a paso, sin saltar ninguno, los ejercicios en los cuales el evaluador quiera poder medir su poder operativo.

Esto puede llevar a pensar que las evaluaciones no están al mismo nivel de la evolución de la enseñanza de las matemáticas a través de las TIC, pues llegado el dominio de esas TIC por parte del estudiante, las evaluaciones de tipo tradicional (operativo) en cursos básicos de matemáticas pierden validez como objeto de reconocimiento del aprendizaje en tiempos de educación en línea.

Por ejemplo, en el caso de la derivada de una función $f(x) = \text{sen}^2(x)$, en una evaluación presencial se podría preguntar por el valor de la derivada de la función en el valor $x = \pi$; con esta pregunta podemos evaluar sus habilidades en el cálculo de derivadas y de sustitución de valores en el momento adecuado. Pero en tiempos de educación a distancia, mediada por la tecnología actual, esta evaluación solo serviría para saber si el estudiante es dúctil en la utilización de software matemático. En este sentido, es importante desarrollar cursos que implementen en sus evaluaciones los conceptos por encima de los cálculos, esto nos permitirá medir de una manera más efectiva el conocimiento real del estudiante a través de las plataformas tecnológicas, con la idea de perseguir el objetivo propuesto por Del Valle & Villa (2008) de “convertir al estudiante en el constructor del conocimiento, pasando a ser el protagonista de un aprendizaje significativo” (p. 134).

Es decir, al tomar nuevamente la función $f(x) = \text{sen}^2 x$ y tomando en cuenta el nivel de habilidad del estudiante en el manejo de cierto software, se puede proponer una actividad de generación de una animación en la cual se muestre el movimiento de la recta tangente sobre la función f , como se muestra en la siguiente imagen:

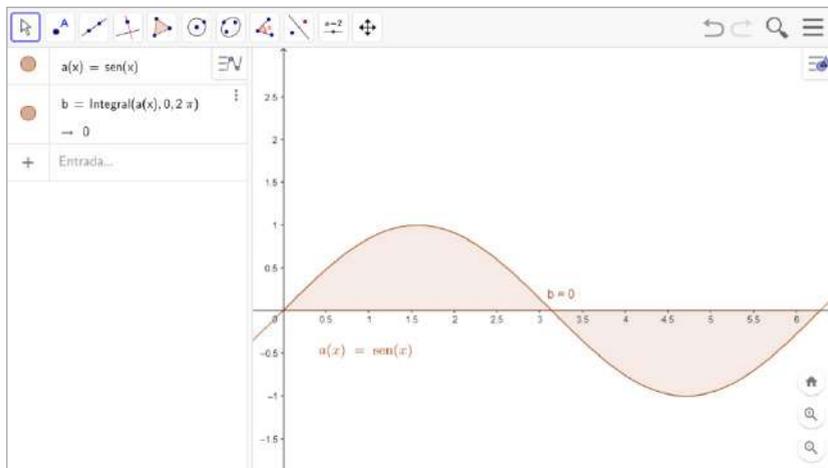
Figura 5. Ejemplo de ejercicio de derivada de una función.

Fuente: Elaboración propia a partir de software Geogebra.

Esto lleva al estudiante a darse cuenta que no es suficiente con ser capaz de proponer la ecuación de la recta en un punto dado, ni mucho menos con saber derivar, debe ser capaz de proponer un modelo en donde la recta siempre sea tangente a la función dada, sin importar el valor. Esto conlleva a la utilización de conceptos y propiedades que van más allá de la operatividad que ya pueden realizar los computadores y celulares sin dificultad.

Para el adecuado uso de estas tecnologías, debe tenerse en cuenta situaciones en las cuales los profesores utilizan formas distintas de transmitir un conocimiento nuevo a un estudiante, lo que produce un choque entre la estructura matemática formal y técnicas pedagógicas que buscan la solución de problemas, terminando en muchas ocasiones en un mal aprendizaje sobre un concepto. Por ejemplo, en el cálculo del área bajo la función $f(x) = \sin(x)$ sobre el intervalo $[0, 2\pi]$ se usa la integral definida como un medio para encontrar esta área; pero sin la adecuada explicación de las propiedades de la función a integrar, se pueden tener errores como el de la siguiente imagen:

Figura 6. Ejemplo de ejercicio de derivada de una función.



Fuente: Elaboración Propia a partir de Software Geogebra

Otro ejemplo interesante, sobre la generación de situaciones en las cuales, se haga una construcción de un concepto y no una mecanización de ideas usadas posteriormente en un software; está presente en la generación de preguntas usando el idioma materno del estudiante, en nuestro caso el español, en las cuales se expongan hipótesis e ideas, las cuales el estudiante tenga que decodificar correctamente a lenguaje simbólico matemático, para proceder a encontrar un proceso de solución. En este caso, si el estudiante ya conoce el concepto de derivada se le puede hacer el siguiente cuestionamiento:

Responda si es verdadera o falsa la siguiente proposición.

“Si la derivada de la función $f(x)$, tiene como resultado la expresión $2x$ entonces esta función tiene que ser igual monomio x^2 .”

En este pequeño ejercicio, se logra evaluar más que el conocimiento operativo y genera un choque en aquellos que no lograron entender que las derivadas convierten en cero a cualquier constante que sume o reste al monomio x^2 , como es el caso de los binomios $x^2 + 3$, $x^2 - \left(\frac{5}{2}\right)$, $x^2 + \sqrt{7}$.

Con ejercicios de este tipo, se pueden identificar, de manera más efectiva la apropiación, comprensión y uso de conceptos propios del curso por parte del estudiante. Además, estos ejercicios nos permiten identificar aquellas dificultades y obstáculos que no son propios de un curso de Cálculo II y los cuales los estudiantes arrastran desde cursos y semestres anteriores, como lo son:

1. Problemas de comprensión lectora en español. Lo cual se refleja, en el ejemplo anterior, como la incapacidad de reconocer la expresión “tiene que ser”, en el contexto de la proposición.
2. Desconocimiento de los conceptos básicos algebraicos. Lo cual se refleja, en el desconocimiento de la palabra monomio.
3. Concepciones rígidas sobre el concepto de derivada. Lo cual se refleja en la incapacidad de experimentar con otras funciones.
4. Desconocimiento de procesos demostrativos. Lo cual se refleja en la abstención por parte de los estudiantes del contraejemplo como técnica de justificación.

La identificación de estas carencias o de las virtudes de cada estudiante, es lo que hace que las evaluaciones realizadas en el área de matemáticas, sean relevantes en la formación de un estudiante con una educación a distancia mediada por la tecnología actual, ya que lo fuerza a no depender solo de un software, para la solución de problemas propios de la matemática. Como lo expresan Hussain & Ayub (2012), dichas herramientas buscan facilitar a los estudiantes de oportunidades para construir sus propios juicios e interpretaciones de las situaciones.

Lo anteriormente descrito es muy importante, puesto que es conveniente señalar que la mayoría de las prácticas docentes en un curso presencial se han relajado, enfatizando en la reproducción del conocimiento y no sobre el desarrollo de habilidades, todo esto sin generar una necesidad intelectual genuina en el estudiante. Esto también hace que, en comparación con sus pares en países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), muy pocos

estudiantes en Colombia avancen de pregrado a niveles superiores de estudio (Muñoz & Peña, 2020, p. 204).

Tomando en cuenta lo anterior, es importante mencionar que, durante el transcurso del año 2020, se hicieron muchas adaptaciones relacionadas al curso de Cálculo II, el cual solo se impartía de manera presencial en la Universidad. Una de estas adaptaciones, fue la utilización de un canal de YouTube denominado “Sinfonía al Infinito” (Muñoz-Tello, n.d.), en el cual se subió la explicación teórico-práctica de cada tema programado en el curso, antes de cada clase correspondiente a ese tema. Esto se complementó con el uso de herramientas como Moodle, correo institucional, aplicaciones de video chat, en las cuales se aplicaron evaluaciones, se tomó asistencia, se usaron foros, mensajería y chats, para responder dudas y preguntas durante y después de cada clase. Además, se instruyó sobre el uso de softwares matemáticos interactivos y de libre uso. Todo lo anterior complementado con un ajuste en los tiempos en la entrega de actividades y tareas propias del curso, ya que el aula física de clase y los horarios propios de una sección presencial ya no eran límites para el desarrollo de las actividades evaluativas del curso. Este conjunto de adaptaciones, incluida la posibilidad de que el estudiante trabajará desde la comodidad de su casa, ha tenido consecuencias directas sobre las evaluaciones tradicionales (operativas) que eran usadas en cursos exclusivamente presenciales, ya que como se explicó anteriormente, estas mismas adaptaciones las deja casi obsoletas frente a los nuevos elementos adaptados al curso durante el desarrollo de la pandemia. Poniendo nuevamente a la vista lo mencionado por Prieto & Contreras (2008):

Es conveniente señalar que la mayoría de las prácticas docentes en educación media y superior se han configurado en función de la evaluación privilegiando la reproducción y control del conocimiento de los estudiantes, en desmedro de su producción o construcción y/o desarrollo de sus habilidades cognitivas superiores (p. 247).

Por tanto, al tener en cuenta las adaptaciones, en la educación, que se han generado durante la pandemia, se hace necesario también hacer

cambios en los tipos de evaluación que aplicamos, ya que el proceso de enseñanza, de diversos temas, está avanzando de manera vertiginosa, por los desarrollos en tecnología de información, siendo cada vez más fácil reproducir el conocimiento al instante y en cualquier plataforma. Pero no está sucediendo esto con las evaluaciones, pues estas al tener que reflejar al tutor o docente encargado, resultados de aprendizaje significativos respecto a cada tema que se trate en su curso, hace que el encargado de cada curso deba también estar a la par de la evolución de las tecnologías y no solo del saber propio de su área de conocimiento.

Esto quizás, se vea reflejado en las pruebas de Saber 11 del 2020, las cuales por motivos de pandemia se aplicaron en muchos casos de manera virtual, alcanzando resultados nunca vistos en Colombia, como los puntajes perfectos alcanzados por tres estudiantes que realizaron esta prueba, lo que despertó ciertos cuestionamientos respecto a si detrás de estos resultados pudo haber algo irregular. En esta evaluación de alcance nacional, también se evidenció el aumento de las brechas entre los resultados alcanzados, ya que como se mencionó en periódico *El Tiempo*, por Redacción Educación (2021): El puntaje global promedio de los estudiantes con internet cayó en 1 punto (de 260 a 259 puntos), mientras que entre los estudiantes sin acceso a internet cayó 3 puntos (de 230 a 227 puntos) en las pruebas de 2019 y 2020. En estudiantes sin computador ni internet el puntaje cayó de 227 a 225.

Conclusiones

Retomando las dimensiones propuestas por Means et al. (2014) para el diseño/planeación de actividades evaluativas, así como las consideraciones del proceso enseñanza-aprendizaje y evaluaciones que promuevan el aprendizaje significativo presentadas por Díaz & Barriga (2002) y Díaz-Barriga (1989), y de la motivación al aprendizaje (Duarte-Herrera et al., 2019; Ausubel et al., 1983; Valle & Villa, 2008), así como los resultados de los desempeños de los estudiantes antes y durante la pandemia del curso de Cálculo II, es importante resaltar el valor de las herramientas tecnológicas como un medio y no un fin en

sí mismo. Lo anterior, pone en el centro del problema al docente y su práctica pedagógica, así como a la relación que establece con sus estudiantes, en tanto promueve el interés por aprender y cuestionar su propio proceso de acercamiento al saber matemático. En esta medida, la evaluación emerge como una oportunidad de aprendizaje con o sin situaciones de excepción como la pandemia.

Los campos de investigación y reflexión pedagógica centrados en el uso de tecnologías y el aprendizaje de la matemática en tiempos de coronavirus (Martínez-Palmera et al., 2018; Grisales, 2018; Pizarro-Rendic et al., 2018; García-Oliveros, 2020; Saltos-Cedeño et al., 2020; Font & Sala, 2020; Sarduy et al., 2020; y Sánchez, 2020), señalan a su vez la importancia del uso consciente, planeado y orientado a objetivos de aprendizaje claros, como un asunto importante para el diseño instruccional en entornos virtuales de aprendizaje, así como en el diseño y aplicación de evaluaciones. Esta investigación concuerda con estos resultados, en tanto el docente debe contar con capacitación/formación para el uso de programas, OVA o aplicaciones, así como establecer procesos de seguimiento y evaluación de sus prácticas educativas.

Pese al estigma que acarrea la formación de profesionales en la modalidad virtual, peor aún, en casos donde debe hacerse una transición de la presencial a los entornos virtuales por situación de emergencia sanitaria, vemos en los resultados de rastreo de la práctica pedagógica de un docente de matemáticas, así como en los resultados de las evaluaciones de sus estudiantes, que es ajustar las clases y evaluaciones a las necesidades del estudiante. Sin embargo, se considera necesario ampliar esta línea de investigación, para poder comprender a largo plazo si estos aprendizajes resultan significativos.

Finalmente, hay que resaltar que la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en la práctica pedagógica y en la creación de evaluaciones por parte del profesor requiere de otros elementos adicionales, entre ellos: tiempo, exploración, planificación, motivación del docente y los estudiantes, entre otros, todo esto sin perder o ignorar la importancia de los contenidos matemáti-

cos; tal como lo argumentan Arancibia & Badia (2015), “La investigación educativa, así como reconoce el rol fundamental de los profesores en la renovación educacional, también plantea la importancia de su papel en la incorporación curricular de tecnologías” (p. 63).

Referencias bibliográficas

- Agamben, G. (2010). *Signatura rerum. Sobre el método*. Argentina, Buenos Aires: Editorial Anagrama.
- Arancibia, M., & Badia, A. (2015) Concepciones de profesores de secundaria sobre enseñar y aprender historia con TIC. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(2), pp. 62-76.
- Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México D.F., México: Trillas.
- Creswell, J.W. (2012). *Educational Research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Boston, Estados Unidos: Pearson.
- Dasheva, D, Andonov, H., & Doncheva, L. (2020). Master’s Program High Performance Sport E-Learning during Covid-19 pandemic. *Pedagogika-Pedagogy*, 92(7), pp. 9-16.
- Del Valle, A., & Villa, N. (2008). Visión crítica sobre el aprendizaje basado en problemas: ventajas y dificultades. En Escribano, A. & Del Valle, A. (Coords.). *El aprendizaje basado en problemas: una propuesta metodológica en Educación Superior*, (pp. 134-149). México: Narcea.
- Díaz, F. & Barriga, A. (2002). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: una interpretación constructivista*. México: McGraw Hill
- Díaz-Barriga, Á. (1989). *Diseño curricular y práctica docente*. México: UNAM
- Duarte- Herrera, M.; Montalvo, D. E. & Valdés Lozano, D. E. (2019). Estrategias disposicionales y aprendizajes significativos en el aula virtual. *Revista Educación*, 43(2), pp.1-30.
- Fernández-Enguita, M. (2020). *Una pandemia imprevisible ha traído la brecha previsible*. Recuperado de <https://bit.ly/2VT3kzU>

- Font, V. & Sala, G. (2020). 2021. Un año de incertidumbres para la Educación Matemática. *Bolema*, 34(68), pp. 1-5. [http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v34n68e01](http://dx.doi.org/10.1590/10.1590/1980-4415v34n68e01)
- García-Oliveros, G., Salguero-Rivera, B., Rodríguez-Díaz, O., Palomino-Berjano, E., & Caicedo-Valencia, R. (2020). Las prácticas de evaluación de las matemáticas universitarias: Tensiones y desafíos desde la red conceptual en la que se inscriben. *UNICIENCIA*, 34(1), pp. 246-262.
- García-Peñalvo, F. J. (2020). Modelo de referencia para la enseñanza no presencial en universidades presenciales. *Campus Virtuales*, 9(1), pp. 41-56.
- Gilchrist, P. O., Alexander, A. B., Green, A. J., Sanders, F. E., Hooker, A. Q., & Reif, D. M. (2021). Development of a Pandemic Awareness STEM Outreach Curriculum: Utilizing a Computational Thinking Taxonomy Framework. *Education Sciences*, 11(3), pp. 1-13. <http://dx.doi.org/10.3390/educsci11030109>
- Grisales, A.M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Revista Entramado*, 14(2), pp. 198-214
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. Estados Unidos: *Educause Review*. Recuperado de <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Hohenwarter, M. (2002). *Geogebra* (Versión 5.0.518.0). Java, HTML5, Android, iOS. Austria: Universidad Johannes Kepler de Linz.
- Hussain, N. & Ayub, N. (2012). Learning styles of students and teaching styles of teachers in business education: A case study of Pakistan. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 69, pp. 1737-1740.
- Martínez-Palmera, O., Combata-Niño, H., & De-La-Hoz-Franco, E. (2018). Mediación de los Objetos Virtuales de Aprendizaje en el Desarrollo de Competencias Matemáticas en Estudiantes de Ingeniería. *Formación Universitaria*, 11(6), pp. 63-74. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000600063>
- Means, B., Bakia, M., & Murphy, R. (2014). *Learning Online: What Research Tells Us About Whether, When and How*. Reino Unido: Routledge.

- Molina, N. (2020). Vericuetos y serendipias de una población cautiva. Investigación en tiempos de COVID-19. En Molina N. (Eds.) *Psicología en contextos de COVID-19 en Colombia desafíos poscuarentena* (pp. 223-236). Colombia: Ascofapsi.
- Muñoz-Tello, A. (n.d). Sinfonía al Infinito [YouTube Channel]. Retomado de <https://www.youtube.com/channel/UCXsiSVRPdwibaSDfwokOk2w>
- Muñoz-Tello, A. & Peña, C. (2020). Experiencias significativas del centro de apoyo matemático Universidad Santiago de Cali. En Marín-Altamirano, C. (Ed. Científica). *Centros de escritura universitarios: Una estrategia para la permanencia estudiantil* (pp. 201- 227). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Pizarro-Rendic, L., Aravena, M., Rodríguez, M., & Díaz-Levicoy, D. (2020). Visualización matemática mediada por un software educativo en la enseñanza de la función racional. *Revista Espacios*, 41(2), pp. 18-30.
- Prieto, M., y Contreras, G. (2008). Las concepciones que orientan las prácticas evaluativas de los profesores: un problema a develar. *Estudios pedagógicos*, 34(2), 245-262. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000200015>
- Redacción Educación (19 de marzo de 2021). Por pandemia aumentaron las brechas en resultados de pruebas Saber 11. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/vida/educacion/aumentan-las-brechas-en-los-resultados-de-pruebas-saber-11-574632>
- Saltos-Cedeño, A. S., Vallejo-Valdivieso, P. A., & Moya-Martínez, M. E. (2020). Innovación en educación matemática de básica superior durante el confinamiento por COVID-19. *EPISTEME KOINONIA*, 3(5), pp. 1-12 <https://doi.org/10.35381/e.k.v3i5.723>
- Sánchez, C.I. (2020). Herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas durante la pandemia COVID-19. *Hamut´ay*, 7(2), pp. 46-57. <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i2.2132>
- Sarduy, D., Montes, N., & Sobrado, E. (2020). La matemática en tiempos de la Covid-19: retos e implicaciones para su enseñanza-aprendizaje. *Revista Transformación*, 16(3), pp. 489-502.

ACERCA DE LOS AUTORES

About the authors

Luis Fernando Gutiérrez Cano

✉ luisfe.gutierrez@upb.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0003-4490-3925>

Comunicador Social-Periodista (Universidad Pontificia Bolivariana), doctor en Gestión de la Tecnológica y la Innovación (Universidad Pontificia Bolivariana), magíster en Educación (Tecnológico de Monterrey), docente titular Facultad de Comunicación Social-Periodismo, Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín.

Luciano Gallón Londoño

✉ luisfe.gutierrez@upb.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0002-0295-9165>

Ingeniero Electrónico (Universidad Pontificia Bolivariana), doctor en Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo (Universitat Politècnica de Catalunya), magíster en Gestión Tecnológica (Universidad Pontificia Bolivariana), docente titular Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín.

Luis Jorge Orcasitas Pacheco

✉ luis.orcasitas@upb.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0001-6189-4333>

Comunicador Social-Periodista (Universidad Pontificia Bolivariana), mestre en *Imagem e Som* (Universidade Federal de São Carlos, UFSCar), máster en Teoría y Práctica del Documental Creativo (Universitat

Autònoma de Barcelona), docente titular Facultad de Comunicación Social-Periodismo, Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín.

Jakeline Amparo Villota Enríquez

✉ javillota@hotmail.com

© <https://orcid.org/0000-0003-3086-8268>

Profesora universitaria. PhD en Educación. Magíster en Enseñanza, Filosofía e Historia de las Ciencias. Licenciada en Matemáticas. Universidad de Salamanca- Universidade Federal do Para. Becaria de la Organización de Estados Americanos y el Grupo Coimbra de Universidades Brasileñas. Integrante activa del grupo de investigación EDUCAR 2030 y CIEDUS (Grupo Ciencias de la Educación, Educación Superior y Conceptos). Interés por temáticas: didáctica de la Matemática, tecnologías, lenguaje, y formación de profesores.

Heriberto González-Valencia

✉ hery77@hotmail.com ✉ heriberto.gonzalez@endeporte.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0001-9103-2152>

Doctor en Investigación en Humanidades Artes y Educación de la Universidad Castilla La Mancha, España. Maestría Educación Superior. Especialización en Enseñanza en Educación Superior. Licenciatura en Lenguas Extranjeras Inglés-Frances. Profesor investigador de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte- IUEND. Miembro activo del grupo de investigación EDUCAR 2030 de la IUEND. Investigador JUNIOR Colciencias.

Germán Darío Isaza Gómez

✉ germán.isaza@endeporte.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0001-8475-9994>

Doctorando en Educación, Universidad de La Salle de Costa Rica, magíster en Educación, Universidad de Caldas, licenciado en Educa-

ción Física, Universidad de Caldas. Líder del Grupo de Investigación Educar 2030. Docente investigador Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Investigador ASOCIADO Colciencias.

Angelica María Moreno Salcedo

✉ ange2198@gmail.com

© <https://orcid.org/0000-0003-3755-0295>

Profesional del Deporte de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.

Raúl Javier Jordán Amaya

✉ raul.jordan@endeporte.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0001-9965-4802>

Profesional del Deporte de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.

Daniela Varela Franco

✉ Danielavarelafl@gmail.com

© <https://orcid.org/0000-0003-1907-1661>

Profesional del Deporte de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.

Zalathiel Cárdenas Bonilla

✉ d.nsf.zalathiel.cardenas@cali.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0002-7313-9965>

Licenciado en Educación Básica énfasis en ciencias naturales y educación ambiental, magíster en educación con concentración en didáctica de las ciencias, estudiante de doctorado en ciencias de la educación. Docente de la Secretaría de Educación de Cali.

Luis Hernando Tamayo Llanos

✉ htamayo@usc.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0002-6851-3449>

Físico, magíster en Educación. Profesor Asociado Universidad Santiago de Cali.

Patricia Medina Agredo

✉ patricia.medina@usc.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0002-5462-4017>

Licenciada en Biología y Química, Psicóloga, magíster en Educación Desarrollo Humano. Profesor titular de la Universidad Santiago de Cali.

María Teresa González Astudillo

✉ maite@usal.es

© <https://orcid.org/0000-0003-4800-365X>

Doctora en Educación. Profesora titular del Programa de Pós-graduação em Educação. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Salamanca.

Paulo Diniz

✉ padibene2@yahoo.com.br

© <https://orcid.org/0000-0001-9573-7897>

Docente na Universidade Licungo, Moçambique. Prof. Doutor em Educação pela Universidade Federal da Bahia, Brasil. Mestrado em Educação, área de concentração de Didáctica da Matemática (pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal). Licenciado em Ensino da Matemática (pela Universidade Pedagógica, Moçambique).

Sebastián Solano Díaz

✉ ssolanod@mail.uniatlantico.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0001-9051-8468>

Universidad del Atlántico. Licenciado en Matemáticas, Universidad del Atlántico, Facultad de Educación, Barranquilla, Colombia, ssolanod@mail.uniatlantico.edu.co

Robinson Junior Conde Carmona

✉ rjcondecarmona@mail.uniatlantico.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0002-7421-1754>

Especialista en Métodos numéricos, PhD© en Educación Matemática, Universidad del Atlántico, investigador/ Grupo de Estudios Interdisciplinarios y en Matemáticas, Educación Y Desarrollo “GIMED”/ facultad de educación, Barranquilla, Colombia, rjcondecarmona@mail.uniatlantico.edu.co

Maribel Monzalvo Moreno

✉ marymonzalvo8@gmail.com

© <https://orcid.org/0000-0003-4538-5189>

Profesora en el nivel de telesecundaria de la Secretaría de Educación Pública de Hidalgo, México. Egresada de la Maestría en Ciencias en Matemáticas y su Didáctica de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

Marcos Campos Nava

✉ mcampos@uaeh.edu.mx

© <https://orcid.org/0000-0002-7534-3193>

Profesor del Área Académica de Matemáticas y Física de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Egresado del Doctorado en Física Educativa del Instituto Politécnico Nacional, México. Grupo de investigación: Cuerpo Académico de Didáctica de la Matemática

Andrés Felipe Muñoz-Tello

✉ andres.munoz00@usc.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0001-7854-4575>

Doctor en Ciencias Matemáticas, Universidad del Valle. Profesor Asistente, Universidad Santiago de Cali. Líneas de investigación: Análisis Funcional, Probabilidad y Educación Matemática. andres.munoz00@usc.edu.co. Grupo de investigación: GIFEM (Universidad Santiago de Cali).

Marcela Duarte-Herrera

✉ marcela.duarte@correounivalle.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0001-5800-2381>

Candidata a Doctora en Psicología, Universidad del Valle. Asistente Docente, Universidad del Valle. Líneas de investigación: Psicología Educativa, Psicología Social y Educación Inclusiva. Grupo de investigación: Pedagogía Infantil (Universidad Santiago de Cali) y Lenguaje, Cognición y Educación (Universidad del Valle)

Dora Alexandra Villota Enríquez

✉ alexhist@hotmail.com

© <https://orcid.org/0000-0001-6265-258X>

Docente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia. Historiadora y Filósofa. Mg. en Historia. Universidad Andina Simón Bolívar – Ecuador.

Guillermo Iglesias Paz

✉ guillermoip@hotmail.com

© <https://orcid.org/0000-0001-5222-2703>

Docente de Educación Básica. Licenciado en Educación Básica con énfasis en Matemáticas. Diseñador en software. Universidad Santiago de Cali. Integrante del semillero de investigación GOMATECIN.

Maribel Deicy Villota-Enríquez

✉ mares-696@hotmail.com

© <https://orcid.org/0000-0001-7183-9311>

Antropóloga e Ingeniera Física. Mg. en Ciencia, tecnología e sociedad. Universidade Federal de São Carlos – Sao Paulo. Brasil. Candidata a Doctora en Antropología – Universidad de Montreal Canadá.

PARES EVALUADORES

Peer Reviewers

Margaret Mejía Genez

Universidad de Guanajuato

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5142-5813>

Jean Jader Orejarena Torres

Universidad Autónoma de Occidente

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0401-3143>

Alexander Luna Nieto

Fundación Universitaria de Popayán

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9297-8043>

Willian Fredy Palta Velasco

Universidad de San Buenaventura

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1888-0416>

Pedro Antonio Calero

Investigador Asociado (IA)

Docente Universitario en Fundación Universitaria María Cano

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9978-7944>

Esperanza Gómez Ramírez

Investigador Sénior (IS)

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7610-244X>

Lucely Obando Cabezas

Investigador Junior (IJ)

Universidad Libre

<https://orcid.org/0000-0002-8770-2966>

María Alejandra Ceballos

Fundación Universitaria de Popayán

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0640-4287>

Marco Alexis Salcedo Serna

Investigador junior (IJ)

Universidad Nacional de Colombia

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0444-703X>

María Ceila Galeano Bautista

Universidad Libre

<https://orcid.org/0000-0002-6679-4259>

Carol Andrea Bernal-Castro

Universidad Del Rosario

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8284-0633>

Mauricio Jiménez

Universidad Autónoma Latinoamericana

<https://orcid.org/0000-0003-4811-2514>

Distribución y Comercialización

Distribution and Marketing

Universidad Santiago de Cali
Publicaciones / Editorial USC

Bloque 7 - Piso 5

Calle 5 No. 62 - 00

Tel: (57+) (2+) 518 3000

Ext. 323 - 324 - 414

✉ editor@usc.edu.co

✉ publica@usc.edu.co

Cali, Valle del Cauca

Colombia

Diagramación

Layout by

Ana Sofía Salazar Grijalba

✉ ana.salazar05@usc.edu.co

Cel. 301 440 9832

Diseño de carátula

Cover design by

John Heiver Iván Porras Mosquera

✉ johnheiver.31@gmail.com

Cel. 315 525 4976

Este libro fue diagramado utilizando fuentes tipográficas Literata en sus respectivas variaciones a 11 puntos en el contenido y Fira Sans para títulos a 17 puntos.

Impreso en el mes de septiembre de 2022,
se imprimieron 100 ejemplares en los
Talleres de SAMAVA EDICIONES E.U.

Popayán - Colombia

Tel: (57+) (2) 8235737

2022

Fue publicado por la Facultad de Educación de
la Universidad Santiago de Cali.

Este libro titulado *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología* es producto de un espacio que se abrió desde el año 2019 a través de la publicación del libro de investigación *Tecnología, Sociedad y Educación: Desafío de las TIC en el desarrollo social y sus implicaciones en la práctica pedagógica*, donde se presentaron diversos estudios científicos en torno a la tecnología desde el campo social y educativo. En el año 2020 se realiza un trabajo análogo donde se publica el libro de investigación *Tecnología, Sociedad y Educación: Perspectivas Interdisciplinarias en Torno a las TIC desde el Campo Social y Educativo* donde se abordaron diferentes discusiones científicas sobre el uso y manejo de recursos tecnológicos para la enseñanza y aprendizaje de distintas áreas del conocimiento, generando reflexiones enfocadas en las políticas gubernamentales que limitan y fortalecen el acceso de los recursos tecnológicos en diferentes contextos mundiales. Así, este libro nos invita a reflexionar sobre las transformaciones y cambios de la ciencia a través de la tecnología desde el campo social y educativo, intensificados aun más en el período de pandemia de Covid-19, mostrando la importancia de la tecnología a nivel mundial desde la perspectiva social y educativa siendo esta denominada como la “ciencia innovadora” que permite realizar múltiples procesos de manera eficaz y eficiente. La invitación es a la lectura del libro *Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología*, el cual se enfoca en el campo social y educativo y esta estructurado en dos partes, que presentamos desde el contenido desarrollado en cada uno de los diez capítulos.

VIGILADA
MINEDUCACIÓN



EDITORIAL

