

Education and its contributions to the Academic World

Vol. 02



São José dos Pinhais
BRAZILIAN JOURNALS PUBLICAÇÕES DE PERIÓDICOS E EDITORA
2024



Luz González

(Organizadora)

Education and its contributions to the Academic World

Vol. 02

**Brazilian Journals Editora
2024**

2024 by Brazilian Journals Editora
Copyright © Brazilian Journals Editora
Copyright do Texto © 2024 Os Autores
Copyright da Edição © 2024 Brazilian Journals Editora
Editora Executiva: Barbara Luzia Sartor Bonfim Catapan
Diagramação: Aline Barboza Coelli
Edição de Arte: Brazilian Journals Editora
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos livros e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial:

Prof^a. Dr^a. Fátima Cibele Soares - Universidade Federal do Pampa, Brasil
Prof. Dr. Gilson Silva Filho - Centro Universitário São Camilo, Brasil
Prof. Msc. Júlio Nonato Silva Nascimento - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil
Prof. Msc. Ricardo Sérgio da Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
Prof. Esp. Haroldo Wilson da Silva - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil
Prof. Dr. Orlando Silvestre Fragata - Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Prof. Dr. Orlando Ramos do Nascimento Júnior - Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
Prof^a. Dr^a. Angela Maria Pires Caniato - Universidade Estadual de Maringá, Brasil
Prof^a. Dr^a. Genira Carneiro de Araujo - Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. José Arilson de Souza - Universidade Federal de Rondônia, Brasil
Prof^a. Msc. Maria Elena Nascimento de Lima - Universidade do Estado do Pará, Brasil
Prof. Caio Henrique Ungarato Fiorese - Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil
Prof^a. Dr^a. Silvana Saionara Gollo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil
Prof^a. Dr^a. Mariza Ferreira da Silva - Universidade Federal do Paraná, Brasil
Prof. Msc. Daniel Molina Botache - Universidad del Tolima, Colômbia
Prof. Dr. Armando Carlos de Pina Filho- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Brasil
Prof^a. Msc. Juliana Barbosa de Faria - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof^a. Esp. Marília Emanuela Ferreira de Jesus - Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof. Msc. Jadson Justi - Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof^a. Dr^a. Alexandra Ferronato Beatrici - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil
Prof^a. Msc. Caroline Gomes Mâbedo - Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Dilson Henrique Ramos Evangelista - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
Prof. Dr. Edmilson Cesar Bortoleto - Universidade Estadual de Maringá, Brasil



Ano 2024

Prof. Msc. Raphael Magalhães Hoed - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil
Profª. Msc. Eulália Cristina Costa de Carvalho - Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof. Msc. Fabiano Roberto Santos de Lima - Centro Universitário Geraldo di Biase, Brasil
Profª. Drª. Gabrielle de Souza Rocha - Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Helder Antônio da Silva, Instituto Federal de Educação do Sudeste de Minas Gerais, Brasil
Profª. Esp. Lida Graciela Valenzuela de Brull - Universidad Nacional de Pilar, Paraguai
Profª. Drª. Jane Marlei Boeira - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
Profª. Drª. Carolina de Castro Nadaf Leal - Universidade Estácio de Sá, Brasil
Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Morais - Universidade do Vale do Rio do Sino, Brasil
Prof. Dr. Richard Silva Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio Grandense, Brasil
Profª. Drª. Ana Lídia Tonani Tolfo - Centro Universitário de Rio Preto, Brasil
Prof. Dr. André Luís Ribeiro Lacerda - Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
Prof. Dr. Wagner Corsino Enedino - Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
Profª. Msc. Scheila Daiana Severo Hollveg - Universidade Franciscana, Brasil
Prof. Dr. José Alberto Yemal - Universidade Paulista, Brasil
Profª. Drª. Adriana Estela Sanjuan Montebello - Universidade Federal de São Carlos, Brasil
Profª. Msc. Onofre Vargas Júnior - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
Profª. Drª. Rita de Cássia da Silva de Oliveira - Universidade do Estado do Pará, Brasil
Profª. Drª. Letícia Dias Lima Jedlicka - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
Profª. Drª. Joseina Moutinho Tavares - Instituto Federal da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Paulo Henrique de Miranda Montenegro - Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof. Dr. Claudinei de Souza Guimarães - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
Profª. Drª. Christiane Saraiva Ogrodowski - Universidade Federal do Rio Grande, Brasil
Profª. Drª. Celeide Pereira - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Profª. Msc. Alexandra da Rocha Gomes - Centro Universitário Unifacvest, Brasil
Profª. Drª. Djanavia Azevêdo da Luz - Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof. Dr. Eduardo Dória Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
Profª. Msc. Juliane de Almeida Lira - Faculdade de Itaituba, Brasil
Prof. Dr. Luiz Antonio Souza de Araujo - Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Rafael de Almeida Schiavon - Universidade Estadual de Maringá, Brasil
Profª. Drª. Rejane Marie Barbosa Davim - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
Prof. Msc. Salvador Viana Gomes Junior - Universidade Potiguar, Brasil
Prof. Dr. Caio Marcio Barros de Oliveira - Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil
Profª. Drª. Ercilia de Stefano - Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Msc. Marcelo Paranzini - Escola Superior de Empreendedorismo, Brasil
Prof. Msc. Juan José Angel Palomino Jhong - Universidad Nacional San Luis Gonzaga - Ica, Perú
Prof. Dr. Edson da Silva - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
Prof. Dr. João Tomaz da Silva Borges - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil



Ano 2024

Profª Drª Consuelo Salvaterra Magalhães - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. José Gpe. Melero Oláquez - Instituto Tecnológico Nacional de México, Cidade do México

Prof. Dr. Adelcio Machado - Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Brasil

Profª Dra Claudia da Silva Costa - Centro Universitário Planalto do Distrito Federal, Brasil

Profª. Msc. Alicia Ravelo Garcia - Universidad Autónoma de Baja California, México

Prof. Dr. Artur José Pires Veiga - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil

Profª Dra María Leticia Arena Ortiz - Universidad Nacional Autónoma de México, México

Profª Dra Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG, Brasil

Profª Dra Muriel Batista Oliveira - Faculdade de Ciências Contábeis de Nova Andradina, Brasil

Prof. Dr. José Amilton Joaquim - Universidade Eduardo Mondlane, Brasil

Prof. Msc. Alceu de Oliveira Toledo Júnior - Universidade estadual de Ponta Grossa, Brasil

Prof. Dr. Márcio Roberto Rocha Ribeiro - Universidade Federal de Catalão, Brasil

Prof. Dr. Alecson Milton Almeida dos Santos - Instituto Federal Farroupilha, Brasil

Profª. Msc. Sandra Canal - Faculdade da Região Serrana, Brasil



Ano 2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G357e González, Luz

Education and its contributions to the Academic World /
Luz González. São José dos Pinhais: Editora Brazilian
Journals, 2024.

47 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui: Bibliografia

ISBN: 978-65-6016-042-2.

1. Science. 2. Technology. I. González, Luz II. Título

Brazilian Journals Editora
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil
www.brazilianjournals.com.br
editora@brazilianjournals.com.br



Ano 2024

APRESENTAÇÃO

Education and its contributions to the Academic World

The need for education in any area of today's world is becoming more and more widespread due to the continuous increase in the wealth of contributions from all fields of knowledge: science, technology and the arts amaze us every day with the innovations they are generating. In order to make better decisions, take better advantage of resources, make the most of what exists, it is necessary to broaden the scope of understanding through formative processes. People are also changing faster and faster with each generation. Ideas, traditions, communication, work and leisure activities, etc., in short, the culture. In short, we are changing our culture.

Traditionally it has been said that education is responsible for the transmission, from one generation to another, of culture and the means to make it evolve, although we can now include another responsibility, that of inculcation, due to the simultaneous presence of several cultures. Learning science, art or technology implies immersion in the respective culture, since each field of knowledge possesses, in addition to theoretical and practical knowledge, a way of seeing the world, of interpreting it, of acting and thinking, which must complement the person's ethnic culture. This immersion requires that educators become increasingly involved with the growth of their students, regardless of their age and the area of knowledge in which they work.

In view of this, education is also continually enriching itself through the diversification of its fields of study and the combination of its practice with research. Thus, educational research conducted by the educator himself, currently allows to provide learners with increasingly better conditions for the process of enlightenment to be performed.

Nowadays, education is increasingly becoming a catalyst that drives the growth and strength of the Academic world.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01 **9**

OPORTUNIDADES Y OBSTÁCULOS PARA EL USO DE LAS APORTACIONES DE LA EDUCACIÓN ARTÍSTICA EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CREATIVO EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS

Luz María de Guadalupe González Álvarez

DOI: 10.35587/brj.ed.0002409

CAPÍTULO 02 **29**

THE FUTURE OF LEARNING ENGAGEMENT: EMERGING TECHNOLOGIES AND TRENDS IN VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS IN ELEMENTARY SCHOOL

Erma Suryani Sahabuddin

DOI: 10.35587/brj.ed.0002410

CAPÍTULO 01

OPORTUNIDADES Y OBSTÁCULOS PARA EL USO DE LAS APORTACIONES DE LA EDUCACIÓN ARTÍSTICA EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CREATIVO EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS

Luz María de Guadalupe González Álvarez

Doctor en Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales

Institución: Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

Dirección: Av. Luis Enrique Erro, s/n, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero C.P. 07738

Correo Electrónico: lmgonzaleza@ipn.mx

RESUMEN: En este artículo se presentan los resultados obtenidos al analizar las oportunidades y los obstáculos que se pueden observar en las opiniones de un grupo de profesores de ciencias experimentales que respondieron un cuestionario abierto en el que se les presentaban los elementos de los tres ámbitos de la educación artística, adaptados a la educación científica. Los resultados muestran que los profesores que han recibido formación en didáctica, muestran aceptación para la mayoría de los elementos, mientras que quienes no han recibido dicha formación, muestran aceptación solo a los elementos que se aproximan más a los que tradicionalmente se usan en las aulas de ciencia.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento Creativo en Ciencia; Oportunidades; Obstáculos; Profesores de Ciencias Experimentales; Formación en Didáctica.

RESUMO: Este artigo apresenta os resultados obtidos através da análise das oportunidades e obstáculos que podem ser observados nas opiniões de um grupo de professores de ciências experimentais que responderam a um questionário aberto no qual foram apresentados os elementos das três áreas da educação à educação científica. Os resultados mostram que os professores que receberam formação em didática apresentam aceitação para a maioria dos elementos, enquanto aqueles que não receberam tal formação mostram aceitação apenas para os elementos que mais se aproximam daqueles tradicionalmente utilizados nas aulas de Ciências.

PALAVRAS-CHAVE: Pensamento Criativo em Ciência; Oportunidades; Obstáculos; Professores de Ciências Experimentais; Formação em Didáctica.

1. INTRODUCCIÓN

La afirmación que hacen Pacho y Zimbico (2023) acerca de la formación de los profesores de música, que ha de incluir “una pedagogía que invierta en la creatividad y las capacidades cognitivas y psicosociales del estudiante”, es válida también para los profesores de ciencia, ya que, según Carceller (2019)

...la creatividad abarca mucho más que el ámbito artístico, es más, es una aptitud que va más allá de campos de conocimiento, sino que afecta directamente a la capacidad del individuo de pensar y actuar para resolver retos.

Ante esto, se realizó una investigación orientada a la formación del pensamiento creativo, como rasgo del pensamiento científico, con base en las aportaciones de la educación artística en ese campo, se puso a prueba en un curso de didáctica para estudiantes de ciencias (González-Álvarez, 2023). Los resultados obtenidos resultaron prometedores, por lo que se decidió indagar las opiniones de algunos profesores de ciencias experimentales (física, química y biología) que laboran en diferentes niveles educativos: secundaria, preparatoria y universidad; con diferente formación en didáctica, desde quien no cuenta con ella, hasta quien ha trabajado en proyectos de la didáctica específica de las ciencias experimentales, o ha recibido cursos de dicha disciplina; con la intención de saber si es viable el uso de dichas aportaciones en clase de ciencias.

Para recabar los datos se entregó, vía correo electrónico, un cuestionario abierto en el que se presentaron los elementos de la educación artística, adaptados a la ciencia, se les preguntó si los usaban o si los usarían, y por qué. Se analizaron las respuestas mediante redes sistémicas (Sanmartí, 1993).

Los elementos de la educación artística para el cuestionario se fundamentan en los objetivos de la educación artística enunciados por Eisner (1979 citado por Morales, 2001), quien los clasifica en tres ámbitos: conceptual, crítico y productivo; enriquecidos con una propuesta similar construida por Ortega (curso de educación artística, 2014) quien nombra a estos ámbitos: sensibilidad, percepción y creación. En ambos casos, el primer ámbito se relaciona con saber observar, discriminando lo que no es significativo, e identificando los sentimientos que se originan en el proceso; el segundo, con el análisis racional de lo observado, y el tercero con la realización de un producto basado en lo aprendido, aportando novedad al mismo. Estos objetivos, en sus tres ámbitos, se adaptaron a la educación científica, para complementar, con el

pensamiento creativo, la formación del pensamiento científico, tradicionalmente identificado con el lógico matemático (González-Álvarez, 2023).

El análisis de las opiniones de los profesores, vertidas en las respuestas al cuestionario, se realizó dividiéndolas en dos criterios, los cuales se etiquetaron como “oportunidades” a las que contenían opiniones favorables al posible uso de los elementos de la formación del pensamiento creativo en clase de ciencias experimentales; y “obstáculos” a las opiniones que criticaron o descartaron su uso.

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se utilizó una metodología cualitativa, con una muestra de nueve profesores de ciencias experimentales, la cual se describe en la tabla 1. Cuatro profesores trabajan en nivel universitario, de los cuales tres cuentan con alguna formación en didáctica de las ciencias experimentales, otros cuatro trabajan en nivel secundaria (con estudiantes de 13 a 15 años de edad) y preparatoria (con estudiantes de 16 a 18 años), y uno trabaja en nivel preparatoria y universitario, quien ha recibido formación en didáctica de las ciencias, lo mismo que uno de los profesores de nivel preparatoria. En la segunda fila de la tabla, se presenta la formación en didáctica con la que cuenta cada caso: por medio de procesos formales, como cursos, diplomados o talleres; o mediante participación en proyectos de didáctica de las ciencias, como sinodalía y coasesoría de tesis; así como organización y participación en eventos académicos del área.

Tabla 1. Descripción de la muestra

Casos	Formación en didáctica	Ciencia que trabaja	Nivel educativo en que trabaja
1	Por medio de participación en proyectos en didáctica de las ciencias, como sinodalía y coasesoría de tesis	Física	Universidad
2	Cursos y talleres de planeación didáctica	Física	Universidad
3	Diplomados, cursos y talleres	Física	Universidad
4	No	Física	Universidad
5	Licenciatura con opción en matemáticas educativas	Física	Preparatoria
6	Un curso y tesis de licenciatura en el área de didáctica de las ciencias	Física	Universidad y preparatoria
7	No	Matemáticas	Secundaria
8	No	Química y biología	Preparatoria y secundaria
9	No	Física	Preparatoria y secundaria

Fuente: Elaboración propia.

Para tomar los datos se elaboró un cuestionario abierto basado en los

elementos para la formación del pensamiento creativo como rasgo del pensamiento científico (González Álvarez, 2023), que se pueden ver en la primera columna de la tabla 2. El cuestionario inició con la pregunta: “¿Cuáles de los siguientes recursos usas en tus clases, cuales usarías para enriquecerlas y cuales no usarías? Por favor anota tus argumentos.” Los recursos mencionados se muestran en la segunda columna de la tabla 2, en donde se puede ver su relación con los elementos de la formación del pensamiento creativo de la primera columna. En la tercera columna se encuentran los títulos de cada red sistémica para el análisis de las respuestas a cada recurso. Para validar las respuestas, se incluyó en el cuestionario, para cada recurso, una pregunta cerrada con las opciones: “Lo uso”, “Lo usaría” y “No lo usaría”.

Tabla 2. Diseño del cuestionario

Formación del creativo como rasgo del pensamiento científico	Recursos en el cuestionario	Interpretado en la red sistémica
Ámbito Conceptual		
Contenidos de ciencia.	Lectura de textos científicos.	Lectura de textos científicos.
Impacto social de la ciencia.	Análisis del impacto social del uso de los conceptos y procedimientos de la ciencia.	Análisis del impacto social del uso de la ciencia.
Impacto emocional en el momento de obtener resultados.	Análisis del impacto emocional de los contenidos de ciencia en los estudiantes.	Análisis del impacto emocional de los contenidos de ciencia.
Desarrollo histórico de los conceptos.	Desarrollo histórico de los temas.	Desarrollo histórico de los temas.
La cultura científica.	Elementos de cultura científica (prácticas, hábitos, actitudes, valores, ...) En tus argumentos indica cuáles.	Elementos de cultura científica
Observación y descripción de sucesos en la naturaleza usando los sentidos y ampliación de los mismos mediante aparatos e instrumentos, así como en la literatura especializada.	Uso, por parte de los estudiantes, de instrumentos para profundizar en la observación y análisis de los datos.	Observación de sucesos en la naturaleza.
Ámbito Crítico		
Interpretación de los fenómenos, traducción a diferentes representaciones (íconicas y simbólicas),	Uso de diferentes representaciones (que impliquen movimiento, imágenes, esquemas, gráficas, enunciados, ecuaciones, ...) y traducciones entre ellas. Interpretación de datos y emisión de conclusiones como respuesta a preguntas de investigación (los estudiantes).	Las representaciones de la ciencia. Interpretación de fenómenos naturales y de textos científicos.
Construcción de criterios de evaluación por consenso, para realizar la autoevaluación y la evaluación mutua. Se identifican oportunidades para mejorar el trabajo.	Construcción de criterios de evaluación por consenso con los estudiantes. Autoevaluación de los estudiantes. Evaluación mutua entre estudiantes.	Construcción de criterios de evaluación por consenso con los estudiantes. Autoevaluación y evaluación mutua.

Ámbito Productivo		
Habilidad técnica en el empleo de materiales e instrumentos, elaborar un informe escrito.	Uso de habilidades técnicas para desarrollar un proyecto (los estudiantes).	Uso de habilidades técnicas para de arrollar un proyecto.
Aspectos técnicos estéticos y expresivos: Diseño, función y forma.	Análisis de un instructivo abierto como: Obtén el valor de la aceleración debida a la gravedad, sinusar el aparato de caída libre. Libertad para que los estudiantes realicen proyectos sin la dirección del profesor (solamente supervisión). Redacción por parte de los estudiantes de preguntas de investigación o hipótesis. Uso de la modelación de fenómenos naturales. Interpretación de textos escritos (los estudiantes).	Possible uso de trabajos prácticos abiertos. Redacción por parte de los estudiantes de preguntas de investigación o hipótesis. Uso de modelación de fenómenos naturales.
Imaginación creativa, ampliación de límites, nivel de novedad.	Uso de la imaginación creativa. Aspectos estéticos para terminar el proyecto. Sugerir a los estudiantes que combinen temas, recursos, materiales, etc. Para fomentar la innovación en el proyecto.	Uso de la imaginación creativa.

Fuente: Elaboración propia a partir de los ámbitos propuestos por Eisner, 1979, citado por Morales, 2001, pp. 210-211.

El análisis de datos se realizó mediante redes sistémicas (Sanmartí, 1993), para lo cual se fragmentaron las respuestas de los profesores a cada pregunta del cuestionario, se clasificaron según los aspectos del pensamiento creativo expuestos en la tabla 2 en sus tres ámbitos, “conceptual, crítico y productivo” (Eisner, 1979, citado por Morales, 2001, pp. 210-211).

Para validar los resultados y relacionar los resultados de las redes sistémicas con el nivel educativo en el cual trabajan los profesores y su formación en didáctica de las ciencias, se elaboró un cuadro comparativo (Hernández & González, 2020) en el que se incluyeron las respuestas a las preguntas cerradas acerca del uso de cada uno de los recursos, como se puede ver en la tabla 3.

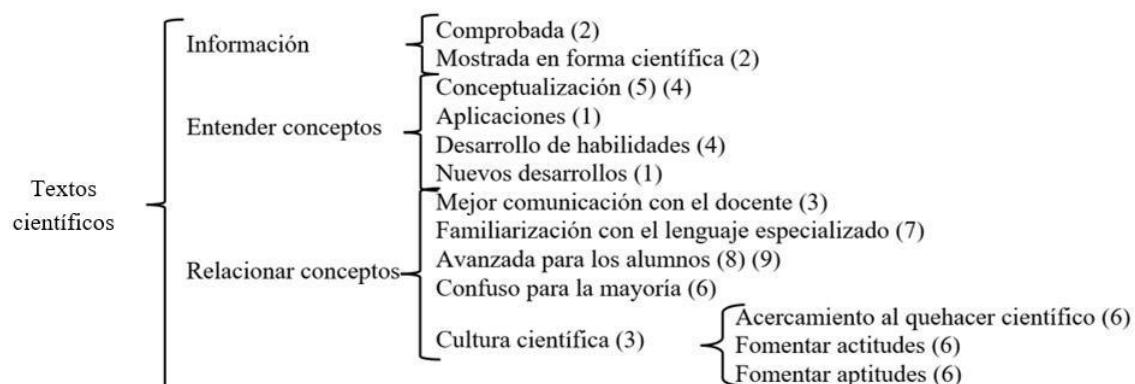
3. RESULTADOS

Las redes sistémicas muestran el análisis de las respuestas de los profesores de la muestra a cada una de las preguntas del cuestionario, a la luz de la teoría que

se presentan la introducción y en el diseño del cuestionario. En cada red se localiza, a la izquierda, el título asignado a la red como se indica en la tabla 2, sintetizado; en seguida están los elementos del ámbito correspondiente de la educación artística, según la teoría que fundamenta este trabajo (Eisner, 1979 citado por Morales, 2001, y Ortega, 2014), fragmentados para clasificar en ellos las respuestas, también fragmentadas, de los profesores. Los números entre paréntesis corresponden a cada uno de los profesores que respondió el cuestionario, del 1 al 4, de nivel universitario, y el 5 al 9, de secundaria y preparatoria, el 6 trabaja además en universidad, como se indicó en la tabla 1.

ÁMBITO CONCEPTUAL

Figura 1. Lectura de textos científicos

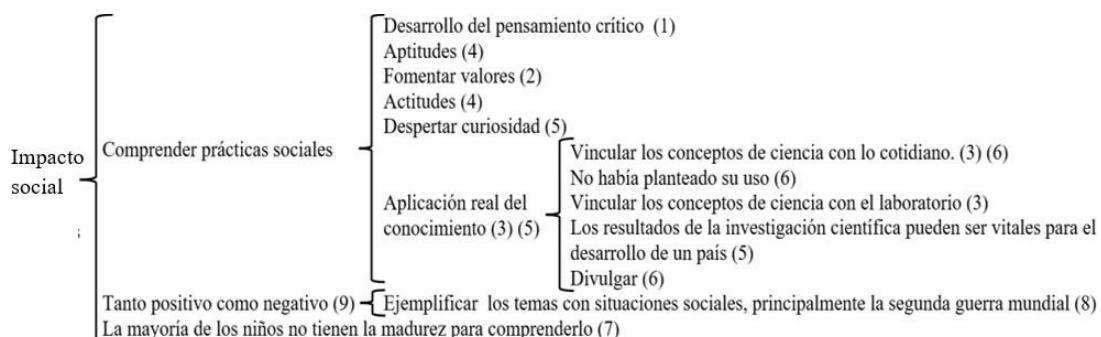


Fuente: Elaboración propia.

La red de la figura 1 muestra que los profesores de la muestra ven oportunidades de aprendizaje para los estudiantes en la lectura de textos científicos, sin embargo, en relación con los tres elementos obtenidos de la teoría, cada caso las identificó en uno de los elementos solamente. En los aspectos “Información” y “Entender conceptos”, se encontraron elementos en las respuestas de los profesores de nivel universidad; en el aspecto “Relacionar conceptos”, en las de un profesor de nivel universidad, y en los que imparten clase en secundaria y preparatoria.

En cuanto a los obstáculos, tres profesores de nivel secundaria y preparatoria mencionan el riesgo de que causen confusión, por ser avanzado para sus estudiantes.

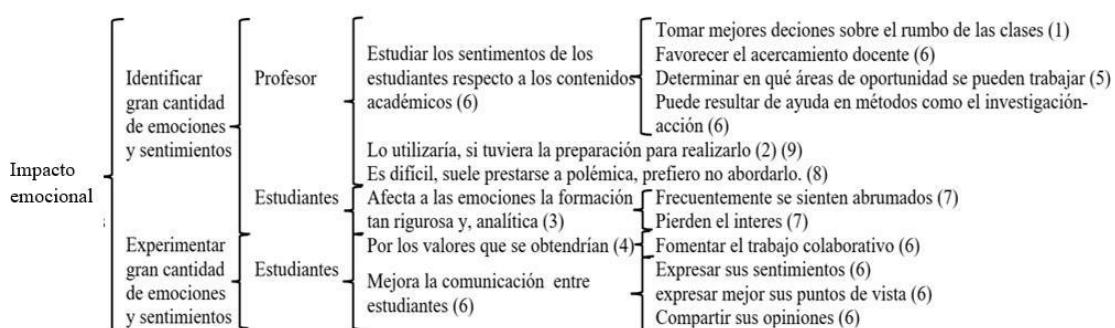
Figura 2. Análisis del impacto social del uso de la ciencia



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 se puede observar que todos los profesores mencionaron elementos relacionados con la comprensión de las prácticas sociales: los profesores de universidad, en relación con el desarrollo del pensamiento crítico, el aprendizaje de aptitudes, actitudes y valores, así como despertar la curiosidad científica. Los profesores que imparten clases en preparatoria, y uno de universidad, expresaron opiniones relacionadas con la aplicación real del conocimiento, lo cual se busca en los programas de alfabetización científica. Hubo un comentario de un profesor de secundaria acerca de hacer notar el impacto positivo, pero también el negativo de la ciencia, lo que puede ser una oportunidad para formar la conciencia de los estudiantes, como recurso para la formación ética. Otro profesor de secundaria rechaza la idea de usar este recurso, ante la duda de que la madurez de los estudiantes lo permita.

Figura 3. Análisis del impacto emocional de los contenidos de ciencia.



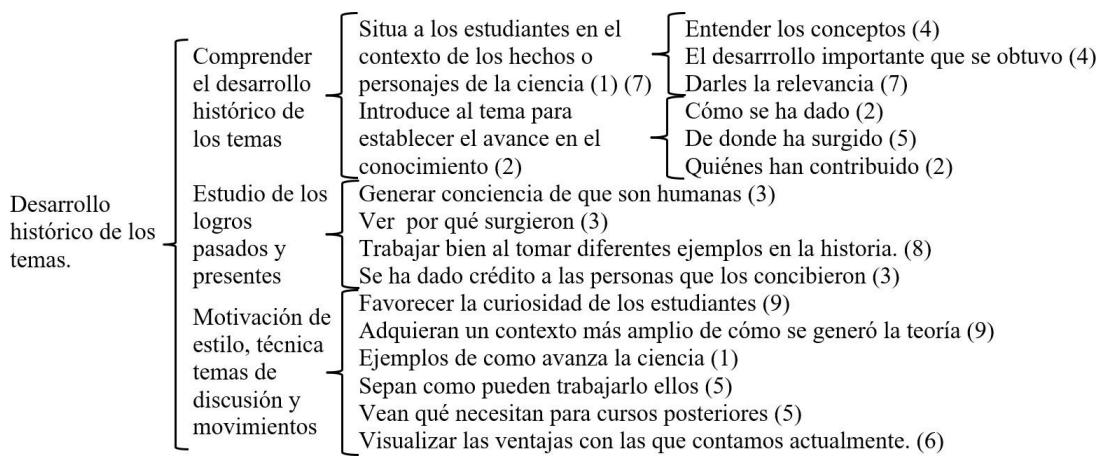
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al impacto emocional de los contenidos de ciencia (figura 3), la mayoría de los profesores de los diferentes niveles dieron respuesta relacionada con el aspecto “Identificar gran cantidad de emociones y sentimientos”, aunque uno de cada nivel, con reserva de usarlo, por falta de formación para ello. En el aspecto

“Experimentar gran cantidad de emociones y sentimientos”, solamente un profesor de universidad y uno desecundaria y preparatoria, dieron respuestas relacionadas con el mismo.

Se identificó un obstáculo, mencionado por un profesor de nivel secundaria y preparatoria, quien rechaza su uso, por la polémica que pudiera ocasionar.

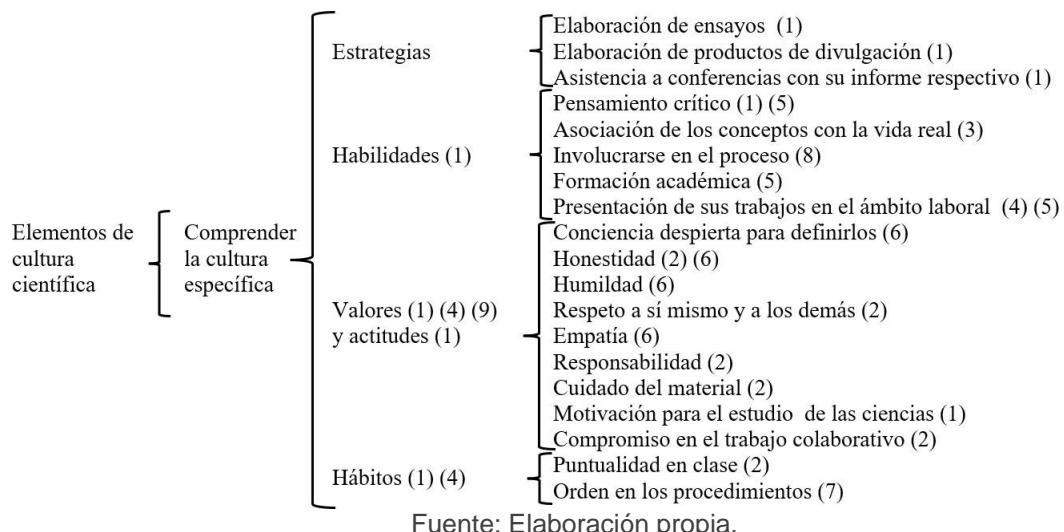
Figura 4. Desarrollo histórico de los temas



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4 se puede observar que todas las respuestas reflejan aceptación del uso del desarrollo histórico de los temas. Los profesores de nivel universitario, orientaron sus respuestas hacia los aspectos de comprensión del desarrollo histórico y el estudio de los logros pasado y presentes, solamente uno expresó una idea relacionada con la motivación de estilo y técnica; mientras que los profesores de niveles secundaria y preparatoria, se centraron en el tema de motivación de estilo y técnica, aunque tres de ellos dieron respuestas que se relacionan con los otros dos aspectos.

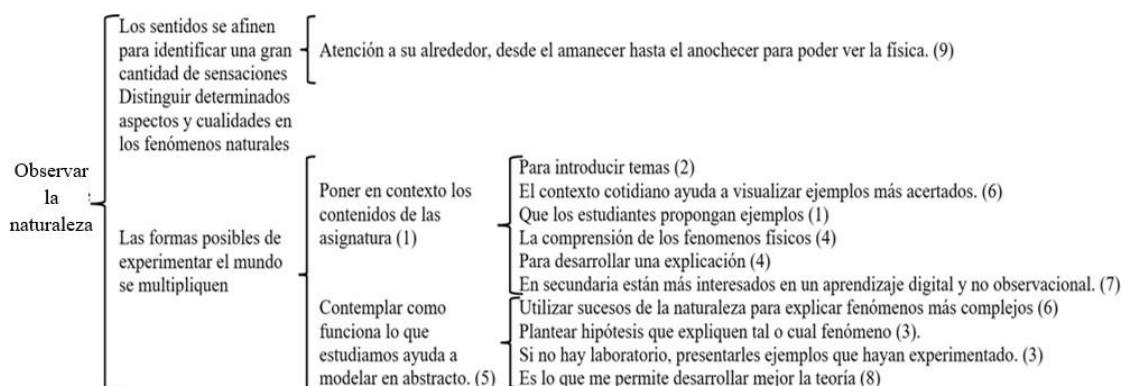
Figura 5. Elementos de cultura científica



Fuente: Elaboración propia.

El aspecto de comprender la cultura específica de la ciencia (figura 5), todos los profesores incluyeron en sus respuestas aprendizajes de dicha cultura que consideran importantes, en contenidos de habilidades, valores y actitudes, así como de hábitos. En cuanto a las estrategias factibles para el desarrollo de éste aspecto, solamente uno de nivel superior incluyó tres respuestas, los demás no mencionaron algo al respecto.

Figura 6. Observación de sucesos de la naturaleza



Fuente: Elaboración propia.

Al ser profesores de ciencias experimentales (excepto uno, que imparte matemáticas), la mayoría de los profesores expresaron elementos de aceptación (figura 6), solamente un profesor de preparatoria, escribió con relación a “En cuanto a que los sentidos se afinen...”, y todos opinaron a favor de que se multipliquen “las formas posibles de experimentar el mundo”. El único obstáculo que se identificó, lo

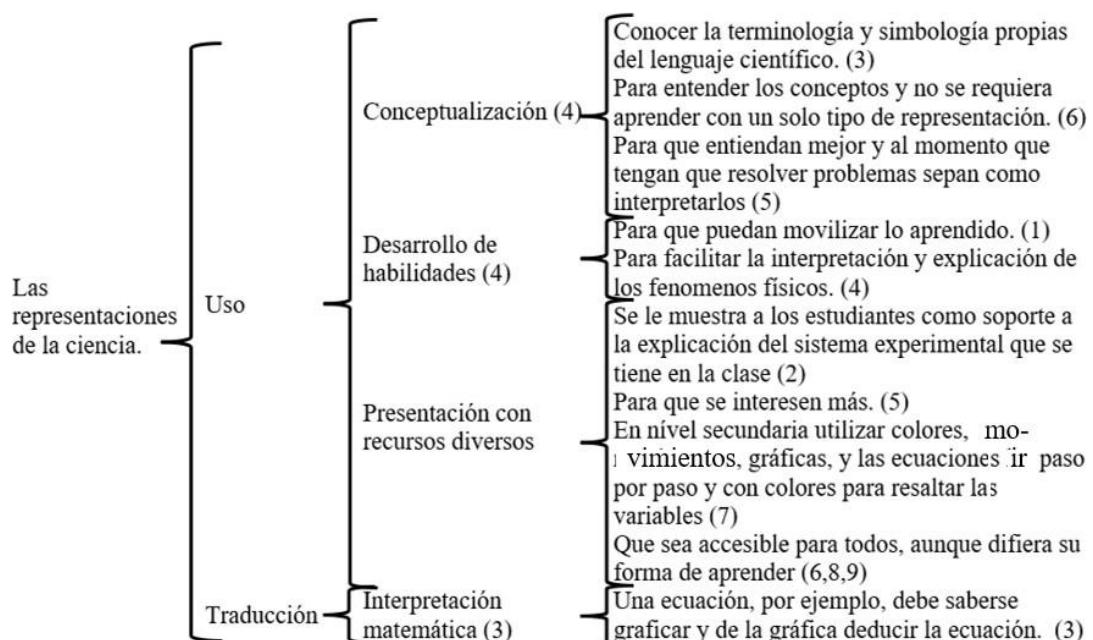
expresó un profesor de nivel secundaria, argumentando el desinterés de los estudiantes de ese nivel al aprendizaje observacional.

Resulta pertinente comentar que el aspecto más importante para el desarrollo del pensamiento creativo, es el que los sentidos se afinen, y fue el que solo obtuvo una respuesta.

3.2 Ámbito crítico

Este ámbito es el que se aproxima más a los elementos del pensamiento lógico matemático que se trabajan en la educación científica, cuando se utilizan modelos educativos que enfatizan el desarrollo de habilidades. Una excepción son los relacionados con la evaluación. Esto se puede apreciar en los resultados obtenidos.

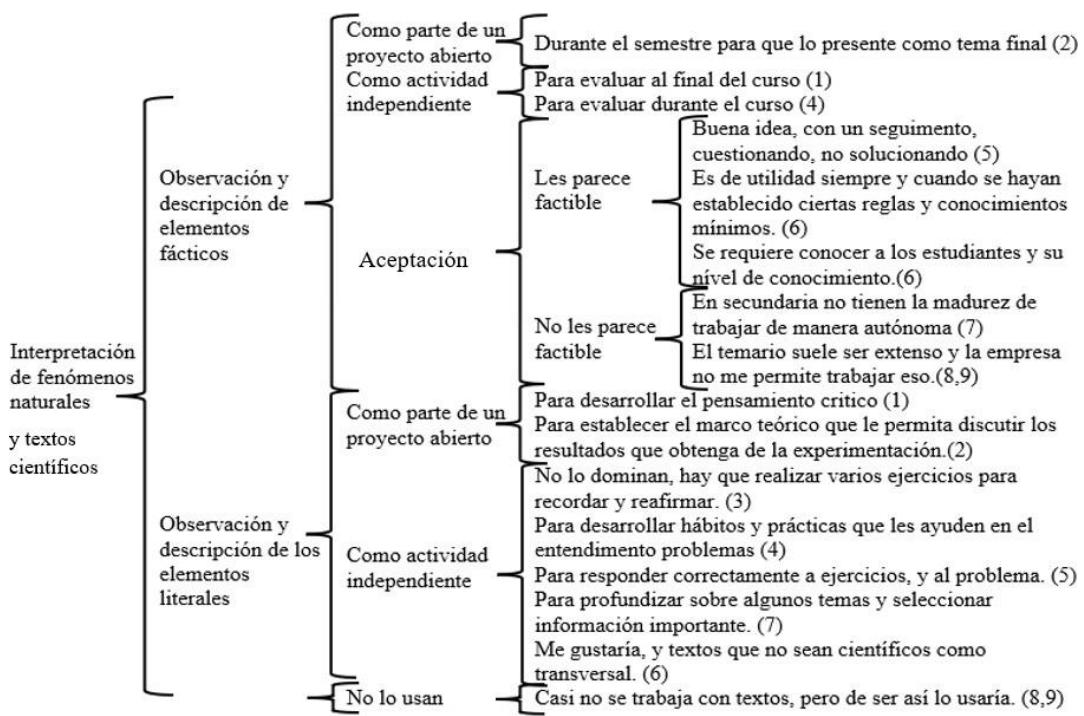
Figura 7. Las representaciones de la ciencia



Fuente: Elaboración propia.

El uso de las diferentes representaciones de la ciencia (figura 7), se encuentra en las respuestas de los nueve profesores, para conceptualización, desarrollo de habilidades, para presentación con recursos diversos, siendo esta última la que se mencionó más en las respuestas de los profesores de secundaria y preparatoria. En cuanto a la interpretación matemática, solamente hubo una respuesta que incluyera este uso, de un profesor de nivel universitario.

Figura 8. Interpretación de fenómenos naturales y textos científicos



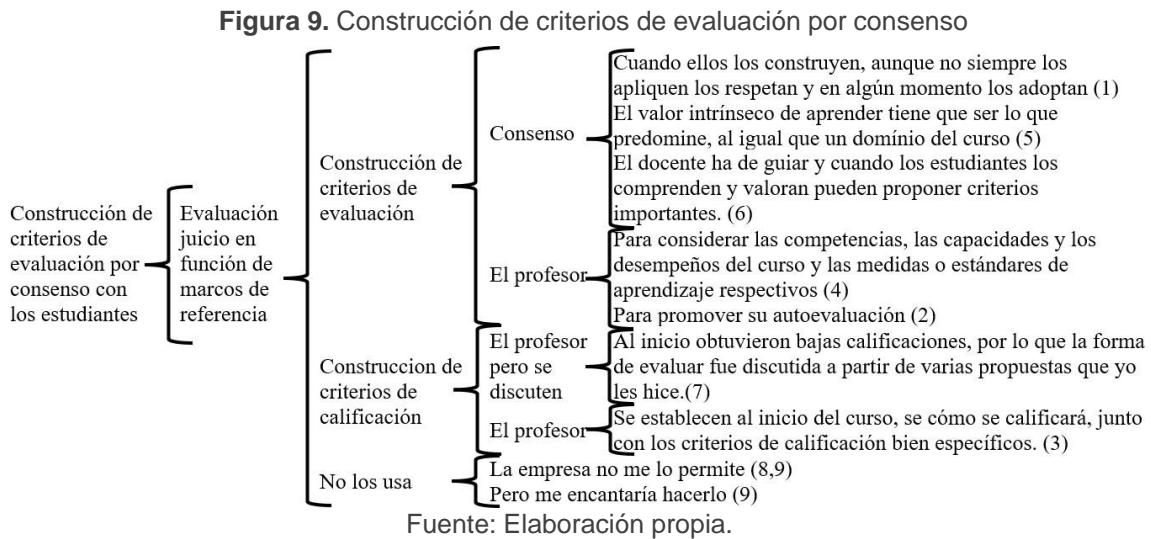
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8 se puede observar que en el aspecto de observación y descripción de elementos fácticos, solamente una respuesta se puede interpretar que se usa como parte de un proyecto abierto, dos respuestas lo presentan como actividad independiente. En cuanto a quienes no lo usan, a dos profesores de nivel secundaria y preparatoria les parece factible, bajo ciertas condiciones que mencionan, y a tres no les parece factible.

En cuanto al aspecto observación y descripción de los elementos literales, las respuestas de dos profesores de nivel universitario lo incluyen como parte de un proyecto abierto; en cambio, tres profesores de nivel universitario y dos de secundaria y preparatoria lo mencionan como actividad independiente.

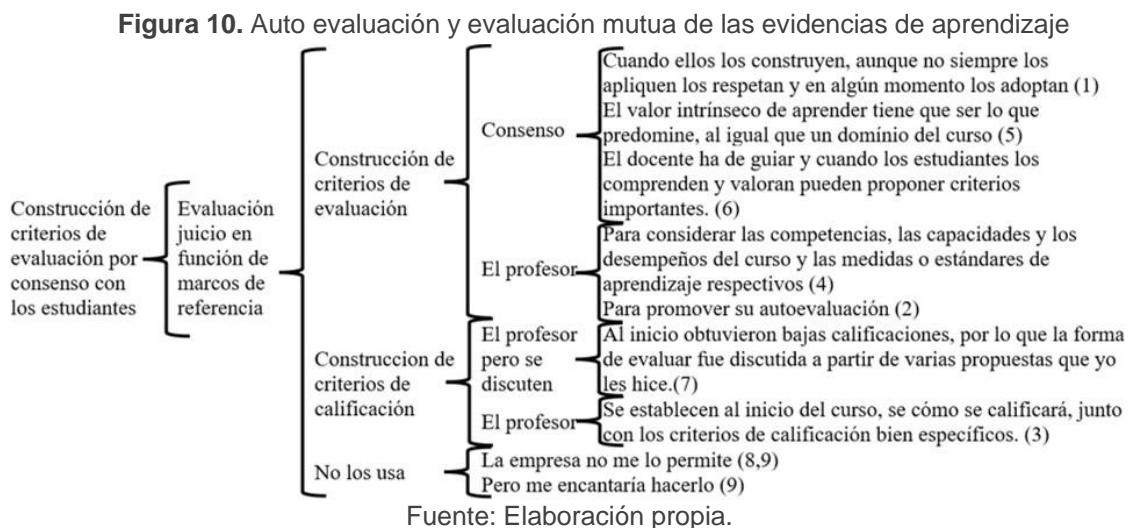
Como obstáculo se tiene que dos profesores mencionan que no se trabajan textos en la escuela en la cual laboran.

La evaluación en función de marcos de referencia, basada en criterios elaborados por consenso con los estudiantes, como muestra la figura 9, se presenta en las respuestas de un profesor de nivel universitario y dos de preparatoria y secundaria. Dos profesores más de nivel universitario lo ven como un recurso útil, pero dan a entender que el consenso es de profesores o expertos, no con estudiantes.



Dos profesores, uno de secundaria y preparatoria; y uno de universidad, interpretaron evaluación como asignación de calificaciones numéricas al trabajo realizado por los estudiantes, en el caso del primero, construidos por el profesor, pero discutidos con los estudiantes, en el segundo, solo interviene el profesor en la construcción.

Un obstáculo es que dos profesores de secundaria y preparatoria declararon en sus respuestas que la empresa para la cual laboran no lo permite.

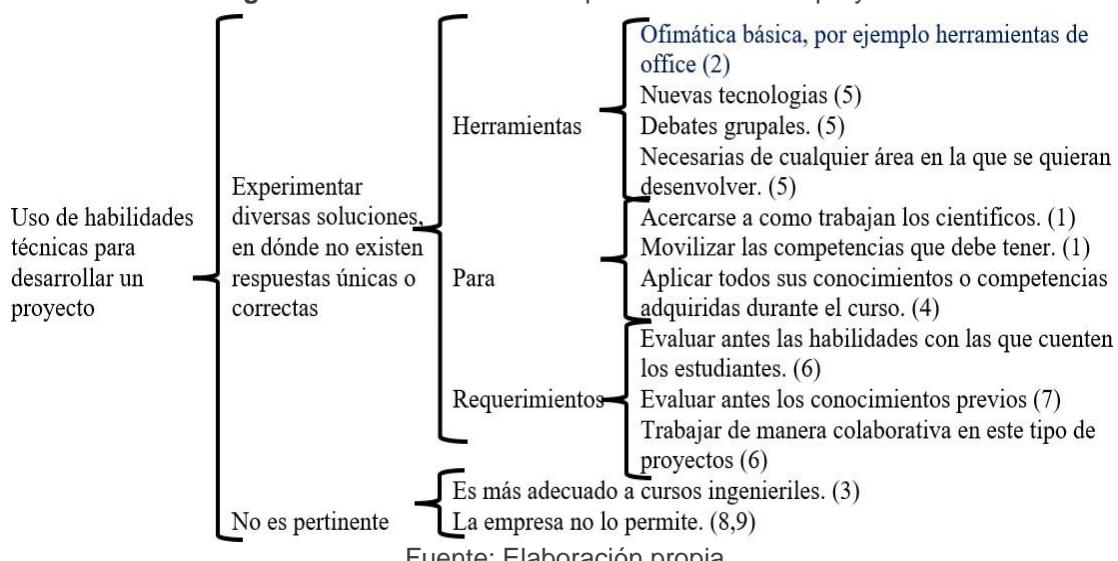


La realización de la autoevaluación y la evaluación mutua por parte de los estudiantes (figura 10), en relación con los aspectos de apreciación de obras y percepcional juicio crítico, y de desarrollar la mente comprender identificar y respetar diferencias culturales coiales y personales, se encontraron respuestas tanto de los

profesores de nivel universitario como de secundaria y preparatoria, en tres casos (1,5 y 6) lo relacionan con la autorregulación del aprendizaje. En el aspecto de elevar la capacidad analítica y evaluativa, solamente un profesor de universidad lo incluye, como "formación de criterio propio". En cuanto a desarrollar la mente en relación con las diferencias culturales, sociales y personales, tres profesores, uno de universidad y dos de preparatoria, mencionan elementos relacionados con los beneficios de la evaluación mutua.

Como obstáculo se puede ver que existen creencias en las respuestas. Un profesor de universidad, expresó que ve este recurso como propio más bien de las materias humanísticas, y tres profesores de secundaria y preparatoria opinan que los estudiantes de esos niveles no tienen la madurez para ello.

Figura 11. Uso de habilidades para desarrollar un proyecto



En la figura 11 se pueden observar las respuestas de los profesores en relación con el uso de habilidades técnicas, por parte de los estudiantes, para que desarrollen un proyecto. En el aspecto de experimentar soluciones a planteamientos abiertos, un profesor de universidad y uno de secundaria y preparatoria mencionaron herramientas relacionadas con la tecnología, y este último, además incluyó los debates grupales. Dos profesores de universidad expresaron que este experimentar en situaciones abiertas sirve para el desarrollo de competencias, y acercarse al trabajo científico. Hay requerimientos para ello, que mencionan dos profesores de secundaria y preparatoria, uno de los cuales también trabaja en universidad, que son: la evaluación inicial de conocimientos y habilidades de los estudiantes, y que el trabajo se realice de forma

colaborativa.

También en este recurso se encontraron obstáculos, que son, para el caso de un profesor de universidad, que expresó la creencia de que es más adecuado para cursos ingenieriles; y dos profesores de secundaria y preparatoria insisten en que su empresa no lo permite.

3.3 Ámbito productivo (CREATIVIDAD)

Figura 12. Posible uso de trabajos prácticos abiertos



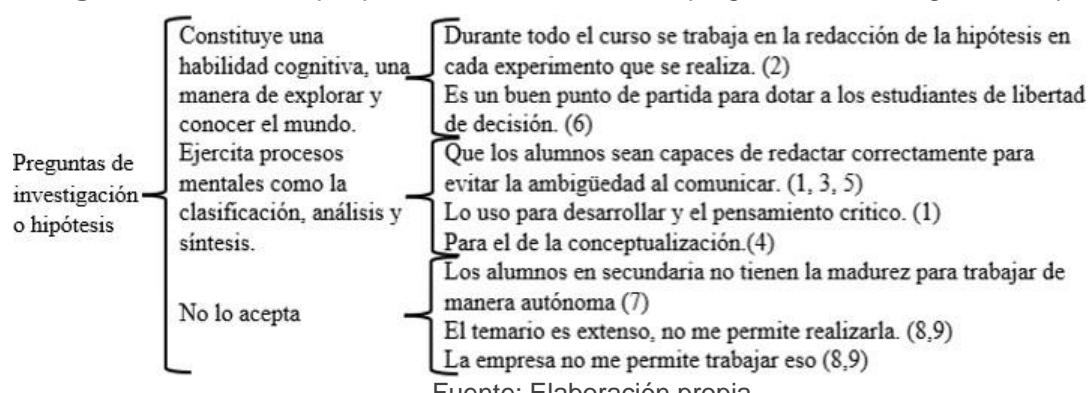
Fuente: Elaboración propia.

En relación con el grado de apertura de los trabajos prácticos, hay una variedad de posturas por parte de los profesores, desde el caso 1 (de nivel universitario), que expresa aceptación porque ve en ellos una oportunidad para acercar a los estudiantes

a la actividad científica, y que indica aprendizajes variados en relación con dicha actividad; y los casos 2 (universidad), 6 y 7 (preparatoria y secundaria), quienes indican condiciones para poder realizarlo; pasando por un nivel intermedio, los casos 3, 4 y 5 (de universidad los tres primeros, y de bachillerato y secundaria los demás), que proponen la intervención del profesor para limitar la libertad de los estudiantes y orientarlos hacia su idea; hasta los casos 8 y 9 (secundaria y bachillerato) que no aceptan los trabajos prácticos abiertos, ni mencionan posibles aprendizajes que se podrían lograr con ellos.

Los casos 1, 2 y 4, indicaron diversas oportunidades para lograr un desarrollo académico en los estudiantes mediante este tipo de trabajos prácticos.

Figura 13. Redacción por parte de los estudiantes de preguntas de investigación o hipótesis



Fuente: Elaboración propia.

Las opiniones acerca de que los estudiantes plantearan preguntas de investigación o hipótesis, validan la postura de los profesores hacia los trabajos prácticos abiertos: en los casos 2 (universidad) y 6 (secundaria y preparatoria), cuyas opiniones van orientadas hacia la habilidad cognitiva de explorar y conocer el mundo; y en los casos 1, 3, 4 (universidad) y 5 (preparatoria), quienes opinan en relación con el aspecto de ejercitar procesos mentales. En el único caso que se presenta un resultado diferente, es el 7 (secundaria), porque ahora opina que los estudiantes de ese nivel no tienen la madurez para trabajar de manera autónoma, como los casos 8 y 9, quienes siguen firmes en su actitud de rechazo hacia la posibilidad de usarlos.

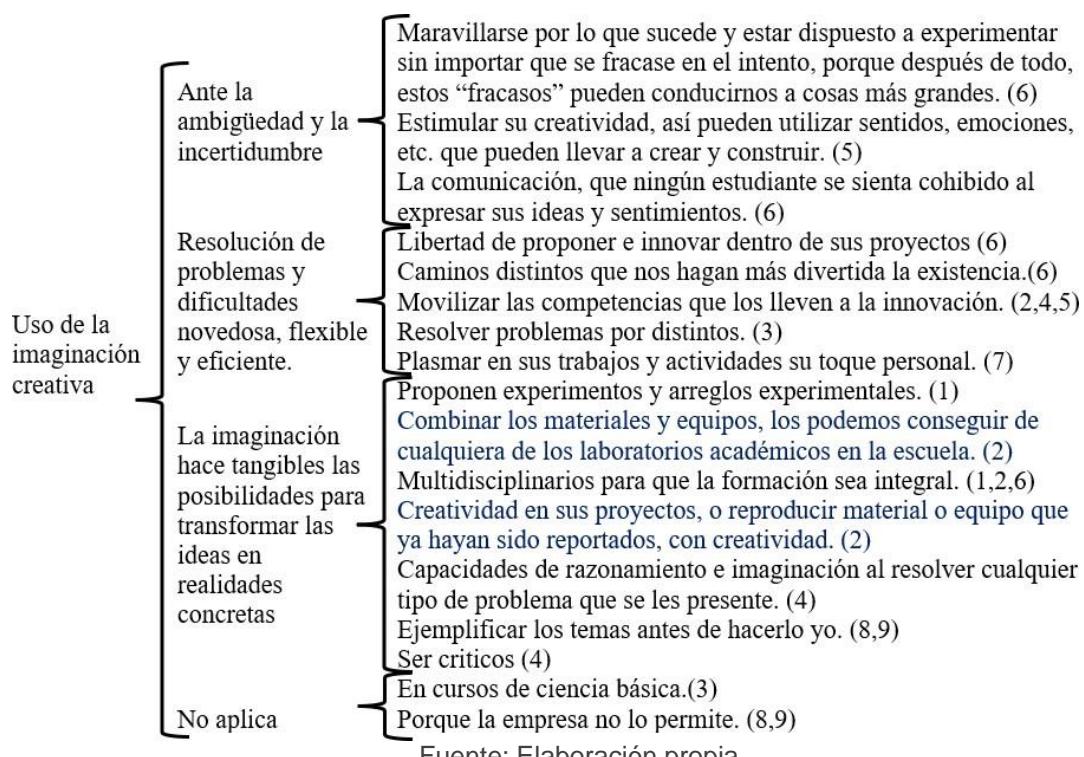
Figura 14. Uso de modelación de fenómenos naturales

Modelación	<p>Identificar cualidades específicas del entorno, acciones y procesos posibles de ser analizados.</p> <p>Reflexionar en torno a los modos de ver de las personas y sus culturas; el modo de ver está ligado a valores, patrones e ideas cambiantes y se encuentra atravesado por valores, creencias y concepciones necesarias en la conformación de estructuras de pensamiento.</p>	<p>Uso modelación de experimentos dirigidos. (1,2,3,4) A través de una función de ajuste de los puntos experimentales. (2) Describiendo con matemáticas hasta construir la ley que lo rige. (3) Desarrollar habilidades para predecir comportamiento en fenómenos físicos. (4) Sería deseable llevarlos a fenómenos naturales para que vean unida la física, la química y la biología, con la naturaleza. (1,5,8,9) Existen recursos digitales en donde se pueden modificar los parámetros para que vean la relación entre éstos. (6,7) Hay experimentos sencillos con materiales caseros que los estudiantes pueden manipular, e incluso destruir, los impulsan a querer saber el por qué de las cosas (6) De la interpretación de los valores de las constantes de la función de ajuste, explican el comportamiento del fenómeno. (2)</p>
------------	--	---

Fuente: Elaboración propia.

La figura 14 muestra que todos los profesores presentan opiniones positivas hacia el uso de la modelación de fenómenos naturales en los cursos de ciencias, en el aspecto de “identificar cualidades específicas del entorno, acciones y procesos posibles de ser analizados”, pero ninguna respuesta se relacionó con “Reflexionar en torno a los modos de ver de las personas y a sus culturas...” por lo que el lado humano y social, indispensables para el desarrollo de la sensibilidad, que dan excluidos.

Figura 15. Uso de la imaginación creativa



Ante el uso de la imaginación creativa, la mayoría de las opiniones fueron de aceptación, como se puede ver en la figura 15. Las opiniones en relación con la ambigüedad y la incertidumbre solamente se encontraron en las respuestas de dos profesores, de preparatoria y secundaria. En el aspecto de la resolución de problemas y dificultades, 6 casos, 3 de universidad y los demás de preparatoria y secundaria, expresaron opiniones positivas; lo mismo que en el de usar la imaginación.

Solamente se identificaron obstáculos en un profesor de universidad, quien opina que no aplica en cursos de ciencia básica, y dos de secundaria y bachillerato, que insisten en que la empresa no lo permite.

Tabla 3. Resultados globales

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Formación	Proyectos y eventos	Cursos y talleres	Diplomados, cursos, talleres	No	Lic. Matemática edu.	Un curso y tesis	No	No	No
Nivel en que imparte	Univ.	Univ.	Univ.	Univ.	Prepa.	Univ. y Prepa.	Sec.	Prepa .	Prepa y sec.
Ambito conceptual									
Textos científicos.									
Impacto social.									
Impacto emocional.									
Desarrollo histórico.									
Elementos de cultura científica.									
Observación de la naturaleza.									
Ambito crítico									
Representación de la ciencia.									
Interpretación de fenómenos/textos									
Criterios de ev. por consenso.									
Autoevaluación y evaluación mutua.									
Ambito productivo									
Habilidades técnicas.									
Trabajos prácticos abiertos.									
Preguntas de inv. o hipótesis.									
Modelación									
Imaginación creativa.									

Código de colores: en los elementos de los tres ámbitos- Verde – aceptación; amarillo – indecisión; rojo – rechazo. En cuanto a qué elementos usaría en un mismo curso, Azul oscuro – combinaría todos los elementos; azul medio – combinaría la mayoría; azul tenue - muy pocos; sin color – no respondió.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3 se puede observar que de los profesores de universidad, los dos primeros casos, quienes han recibido formación mediante participación en eventos, cursos y talleres de la didáctica específica de las ciencias, la aceptación de los elementos de los tres ámbitos es casi completa, no hay rechazos; el profesor que ha

tomado cursos y talleres, de los cuales falta información para detallar en qué aspectos de la didáctica, la aceptación es media, hay indecisiones y un rechazo; el profesor que no ha tomado cursos de didáctica, dos rechazos totales y uno combinado con una indecisión.

Los profesores de bachillerato y secundaria, quienes han recibido formación en la didáctica específica de las matemáticas y las ciencias, presentan aceptación media, sin rechazos; mientras que los profesores que no han recibido formación, presentan varios rechazos.

4. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, se puede concluir que la formación en la didáctica de las ciencias y las matemáticas brinda una base a partir de la cual, los profesores que imparten clase en secundaria, preparatoria y universidad, pueden apreciar la potencialidad del uso de los elementos de la formación del pensamiento creativo, como rasgo que complementa el pensamiento científico. Pero la formación mediante la participación en proyectos de didáctica de las ciencias, como la participación en eventos de difusión y divulgación, sinodalía y dirección de tesis, aportan tantos elementos como la formación mediante cursos; de manera que estos recursos formativos ofrecen una oportunidad para acercar a los profesores al uso de la formación del pensamiento creativo en sus cursos de ciencia.

Un obstáculo que se observó es la desconfianza en las potencialidades de los estudiantes para la realización de trabajos prácticos abiertos, cuestión indispensable para que pueda surgir la creatividad, ya que la libertad favorece que pueda usarse la imaginación.

Falta también que se incluyan factores para el desarrollo pleno de la sensibilidad, en el ámbito conceptual, para que los estudiantes aprendan a “ver” como científicos, incluyendo la observación de los fenómenos naturales centrada en los factores significativos, y la valoración del impacto social y emocional de los productos de la ciencia.

REFERENCIAS

- Carceller, A. T. (2019). Aprendizaje creativo y educación visual y plástica; las artes como canal idóneo para desarrollar la creatividad / Creative learning and visual and plastic education; the arts as the ideal channel to develop creativity. *Brazilian Journal of Development*, 5(6), 7072–7090. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n6-193>
- González Álvarez, L. M. de G. (2023). Una adaptación del desarrollo del pensamiento creativo en la educación artística para complementar la formación en pensamiento científico de los futuros profesores de ciencias. *Brazilian Journal of Development*, 9(8), 23758–23778. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n8-043>
- González Álvarez, L. M. de G. (2019). Expectativas y problemas de los profesores ante el uso de trabajos prácticos abiertos. Didáctica de las ciencias. Jornadas Académicas 2. Instituto Politécnico Nacional-México. P. 274-283.
<https://www.esfm.ipn.mx/assets/files/esfm/docs/jornadas/revista-Jornadas-II.pdf>
- Hernández de la Torre, E., & González-Miguel, S. (2020). Análisis de datos cualitativos través del sistema de tablas y matrices en investigación educativa. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(3).
<https://doi.org/10.6018/reifop.435021>
- Morales, J.J. (2001), La evaluación en el Área de Educación Visual y Plástica en la ESO, Pp. 201-211 [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona].
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5036/jjma01de16.pdf.pdf>
- Pacho, L. E. S. F., & Zimbico, O. J. (2023). Prática docente no ensino da música em Moçambique. *Brazilian Journal of Development*, 9(2), 6420–6429.
<https://doi.org/10.34117/bjdv9n2-019>
- Sanmartí, Neus. (1993). Las redes sistémicas: construcción y aplicaciones. Documento de trabajo. Departamento de didáctica CCEE. Universidad Autónoma de Barcelona.

CAPÍTULO 02

THE FUTURE OF LEARNING ENGAGEMENT: EMERGING TECHNOLOGIES AND TRENDS IN VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS IN ELEMENTARY SCHOOL

Erma Suryani Sahabuddin

Universitas Negeri Makassar
ermasuryani@unm.ac.id

ABSTRACT: The use of technology in educational environments can increase student engagement in learning and provide more engaging and compelling learning experiences. By knowing the latest trends and technologies in virtual learning environments in elementary schools, educators and decision-makers in the field of education can prepare themselves and their students for a future that is increasingly reliant on technology. Additionally, understanding the impact of technology on elementary education and the challenges associated with its use can help prevent risks and find the right solutions to maximize the potential of technology in education. In other words, knowing "The Future of Learning Engagement: Emerging Technologies and Trends in Virtual Learning Environments in Elementary School" is essential to achieve better educational goals and preparing students for a future that is becoming more complex and rapidly changing.

This chapter is significant because it discusses the importance of elementary education keeping up with the rapidly changing technological landscape to provide students with more engaging and compelling learning experiences. In an increasingly connected and rapidly developing world, technology plays a critical role in increasing student engagement in learning and preparing them for a future that is increasingly reliant on technology.

In this chapter, the author discusses the latest developments in technology and trends in virtual learning environments in elementary schools and their implications for student engagement in learning. The author also explores emerging technologies such as augmented reality, virtual reality, mixed reality, artificial intelligence, and adaptive learning and how these technologies can help improve student learning experiences and strengthen their engagement in learning.

Additionally, the chapter discusses the impact of technology on elementary education, including its influence on academic achievement, student motivation, and social skills. The author also examines the risks and challenges associated with using technology in education, such as privacy and data security concerns and potential technology gaps and inequalities.

By providing a holistic perspective on technology in education, this chapter will benefit educators and decision-makers in the field of education to understand the potential of technology in enhancing student engagement in learning and preparing students for a future that is increasingly reliant on technology. Therefore, the urgency of "The Future of Learning Engagement: Emerging Technologies and Trends in Virtual Learning Environments in Elementary School" must be understood and implemented in the context of elementary education.

A. EMERGING TECHNOLOGIES

1. AUGMENTED REALITY (AR)

Augmented Reality (AR) is a technology that allows users to experience the physical world extended or augmented with interactive digital elements. AR creates more engaging, realistic, and immersive experiences for users, which can be applied in various fields, including education. Basically, AR combines physical and digital elements, in a way that displays images, sound, video, and text over the real world [1]. This creates a more engaging and interactive learning experience, by allowing students to engage directly with their learning material [2]–[4]. By using AR, students can see, hear, and feel their learning materials in more creative and effective ways. The benefits of AR in education are multifaceted[5]–[8]:

- a. First, AR can make the learning experience more engaging and enjoyable for students. By presenting information visually and interactively, AR can help increase student interest and motivation in learning. This can help reduce levels of boredom and helplessness in learning, which in turn can increase student engagement and accelerate the achievement of their learning goals.
- b. AR can help students understand difficult concepts better. In some cases, abstract and complex concepts can be difficult to understand using just a book or ordinary pictures. In these cases, AR can help students better visualize and understand difficult concepts, by allowing them to see, interact, and explore those concepts firsthand.
- c. AR can also help students develop cognitive and social skills. By allowing students to interact with their environment directly, AR can help improve observation, problem-solving, and social skills such as collaboration and communication.

In the context of elementary schools, one example of the use of AR in learning is to create AR applications that allow students to observe organs in the human body directly and interactively. With this app, students can see how the organs in the human body work and interact with each other in a clearer and more fun way. In addition, AR can also be used to improve students' environmental care by utilizing the characteristics of elementary school students, such as high curiosity and a tendency to learn through direct interaction and experience.

In addition, the use of AR can improve environmental care attitudes by creating AR applications that allow students to explore the environment and see the impact of human behavior on the environment directly. The app can provide an interactive experience that allows students to see how trash can affect wildlife, how air pollution can affect air quality, and how global warming can affect weather and climate. So by using AR to improve students' environmental attitudes, it is important to pay attention to the characteristics of elementary school students, such as high curiosity and a tendency to learn through direct experience.

Therefore, AR applications that are made must be interactive, easy to understand, and attract students' attention so that students can learn and engage with learning materials better. In addition, an integrated approach with teachers and parents in instilling an attitude of caring for the environment also needs to be done so that the message to be conveyed can be truly applied in students' daily lives.

2. VIRTUAL REALITY

Virtual Reality (VR) is a technology that allows users to engage in virtual worlds created using computer technology. VR usually engages users in a 3D simulated environment that feels real and interactive. Users can use VR headsets to feel the sensation of presence in the virtual world. Virtual Reality has grown rapidly over the past few years and is widely used in many fields, including education[9]–[11]. In the context of learning, VR can help enhance students' learning experience and strengthen their engagement in learning[12]–[14]. The use of VR in education allows students to interact with objects and environments that they cannot access in real life[15]–[17]. This can help students to gain a better understanding of the material being studied, as well as strengthen their involvement in learning[18]–[20].

One way in which VR can help enhance students' learning experience is by allowing them to experience and learn abstract concepts. For example, students can use VR to experience a trip to space or to the ocean floor, which can help them understand physics or biology concepts in a more real and felt way. In addition, VR can also be used to enrich students' learning experiences in the fields of art and history. Students can visit museums or art galleries in a VR environment, and experience artworks and historical artifacts up close, which can help them gain a deeper understanding of the material being studied. VR can also be used to enhance student's

learning experience in sports and fitness. For example, students can use VR to experience sports in a safe and controlled environment or take yoga and meditation classes in a calming environment.

In an elementary school context, the use of VR can help strengthen students' engagement in learning and help them gain a better understanding of difficult concepts. For example, students can use VR to experience animal living environments, which can help them understand concepts about biodiversity and life cycles. VR can also be used to teach students technological skills and concepts, such as programming or graphic design. Students can use VR to experience challenging and creative environments, which can help them acquire relevant skills for their future.

Although VR has a lot of positive potential in education, there are some negative sides to note, especially in the context of using VR for elementary school learning. Some of the negative sides include:

- a. Physical health risks: Prolonged use of VR headsets can cause headaches, nausea, and dizziness in some people. This can be risky, especially in children in elementary school who are still in the stage of growth and physical development.
- b. Mental health risks: VR use can trigger anxiety and fear in some people. This can be more risky in children in primary school who are still in the social and emotional development stage.
- c. Risk of social isolation: VR use can isolate students from their surroundings, especially if used for too long or too often. This can lead to difficulty in interacting with others and a lack of direct experience with the real world.

The use of VR in learning can also have a positive impact on students' environmental attitudes in elementary school[25]. Some characteristics of elementary school students that can be taken advantage of using VR to improve environmental care attitudes include:

- a. Elementary school students tend to be more open to learning about the environment and the world around them. The use of VR can help students gain hands-on experience with the environment, including the animals and plants that live in it.
- b. Elementary school students tend to be more creative and imaginative, so the use of VR can stimulate their imagination and strengthen their

involvement in learning. This can help students to gain a better understanding of environmental and natural concepts.

- c. Elementary school students tend to be more sensitive to environmental and health issues. The use of VR in learning can help students understand concepts about climate change, pollution, and environmental degradation in a more profound and felt way.
- d. The use of VR can also enrich students' learning experience and motivate them to learn about the environment and how to take care of it. This can help students to develop a positive and responsible environmental caring attitude in the future.

However, it is important to remember that the use of VR to improve environmental attitudes in elementary school students must be balanced with direct teaching and interaction with the real environment. VR can only be one of the aids in learning[22]–[24][25].

3. MIXED REALITY

Mixed Reality (MR) is a technology that combines virtual and physical elements into one unified experience. MR allows users to interact with virtual objects in their physical environment [8][7]. This technology leverages devices such as VR headsets, cameras, and sensors to create new experiences that allow users to learn and understand more abstract and difficult concepts [24][25]. In the context of learning, MR can help enhance the student experience and strengthen their involvement in the learning process. Here are some of how MR can be utilized in a learning context:

- a. Realistic simulation and visualization: MR can help students realistically visualize difficult and abstract concepts. For example, students can study how planets move in the solar system by looking at realistic simulations of the solar system in MR.
- b. Increased student interaction with the material: MR can help students interact with learning material more naturally and intuitively. For example, students can use MR devices to view three-dimensional models of organs and identify the structure and function of those organs.

- c. Increased collaboration: MR can help students collaborate on learning more effectively. For example, students can work together in an MR environment to solve problems and build solutions together.
- d. Learning is more fun: Using MR technology can help make learning more fun and engaging for students. For example, students can use MR devices to explore faraway and exotic places like Ancient Egypt or visit the planet Mars.
- e. Adaptive learning: MR can help adapt learning to each student more effectively. For example, MR devices can monitor student progress in learning and adjust the level of difficulty according to student needs.

In conclusion, Mixed Reality technology is one of the latest technologies that can bring a unique and interesting learning experience for students. The use of MR technology in learning contexts can increase student engagement and help students learn difficult concepts more effectively. Therefore, educators and curriculum developers should continue to consider the use of MR technology as part of their future learning strategies.

4. ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Artificial Intelligence (AI) is a branch of computer science that aims to develop algorithms and systems that can perform tasks that normally require human intelligence, such as decision-making, pattern recognition, and learning. AI technology can help improve student's learning experience and strengthen their engagement in learning in a variety of ways[26][25][27]. One way AI can help improve student's learning experience is through personalization. Using machine learning algorithms, AI can learn each student's preferences, weaknesses, and strengths in a short period [28][29]. Then, AI can tailor learning and deliver learning materials tailored to student's learning styles and their needs. This can increase the effectiveness of learning and reduce the time it takes for students to understand the material [30][17].

In addition, AI can help students to strengthen their engagement in learning through the use of interactive and fun technology. AI can produce simulations and educational games that are fun and engaging for students [31][32]. This can make students more enthusiastic and motivated in learning. By offering an interactive and

fun learning experience, students will find it easier to engage and understand the learning material[33].

AI technology can also help teachers to manage classes more effectively. AI can monitor student performance in real-time and provide timely feedback to teachers [34]. Using this data, teachers can tailor learning and provide additional assistance to students in need. This can increase the efficiency and effectiveness of learning and strengthen student involvement in the learning process [35].

In addition, AI can help students to gain access to a wider and more diverse range of learning materials. AI can perform efficient data search and analysis and identify high-quality online learning resources [36]. This can help students to gain a broader and deeper knowledge and understanding of the subject being studied. In addition, AI can also assist students in the process of assessing and evaluating their performance by providing timely and data-driven feedback [37].

However, the use of AI in education also has challenges and risks that need to be seriously considered. One of the biggest risks is concerns about the privacy and security of student data. AI will collect large amounts of students' personal data, and this can pose a risk if the data is stolen or used unlawfully[38]. In addition, there are also concerns about the possible influence of AI technology in replacing the role of teachers and undermining student engagement in the learning process.

Here is an overview of AI in elementary school learning based on student characteristics:

- a. Interactive: Elementary school students enjoy interacting with technology and love fun and interactive learning experiences. AI can be used to create engaging and interactive learning apps and games, so students can learn while playing.
- b. Personalization: Every student has different abilities and learning speeds. AI can help create learning programs tailored to each student's needs. By using AI technology, students can get a more effective and efficient learning experience.
- c. Self-Directed Learning: Primary school students must learn independently to develop lifelong learning skills. AI can help students to learn independently by automatically adjusting and adjusting the learning materials they receive.

- d. Age appropriateness: Primary school students need a learning experience tailored to their age. AI can be used to create learning apps and games that match the characteristics of elementary school students, such as attractive colors and graphics, easy-to-understand materials, and interactive learning experiences.
- e. Safety: Children in primary school should be protected from online dangers such as fraud and pornography. AI can be used to monitor students' online activities and identify threats that may arise.
- f. Parental involvement: Parents play an important role in children's education in primary school. AI can be used to create student learning progress reports that parents can access, so they can be involved in their children's educational process.

In conclusion, AI can be used to improve the quality of learning in elementary schools by delivering engaging and interactive learning experiences, tailored to the needs of each student, and equipped with safety features and parental involvement.

5. ADAPTIVE LEARNING

Adaptive learning is a learning approach that tailors a student's learning experience according to individual learning abilities and preferences. With technology, adaptive learning can become more effective and efficient. Technology can be used to collect data about students' learning abilities and use it to personalize their learning experience [39][40]. One of the technologies used in adaptive learning is a learning management system integrated with artificial intelligence. The system can analyze student learning data, including answers to quizzes and assignments, and use that information to estimate student ability and provide appropriate learning recommendations [17][41].

Adaptive learning can also take advantage of technologies such as computer learning software and mobile learning applications. This application can provide learning materials tailored to the needs and learning preferences of students. Learning apps can be equipped with adaptive learning algorithms that can monitor student progress and adjust their learning materials automatically. Adaptive learning can help improve student's learning experience and strengthen their engagement in elementary

school learning. By identifying individual needs and personalizing the learning experience, students can feel more involved in their learning process and more motivated to learn. Adaptive learning can also help students who face learning difficulties. By paying attention to the abilities and learning needs of individual students, teachers can provide assistance that is appropriate to their learning problems. In addition, by providing specific and direct feedback on student progress, students can know where they need to improve and focus on areas that need improvement.

However, there are also concerns regarding the use of technology in adaptive learning. For example, some people worry that technology could replace the role of teachers in learning. Therefore, it is important to develop adaptive learning systems that involve the role of teachers in learning decision-making and ensure that technology is used as a tool to support, not replace, teachers. Overall, adaptive learning is an interesting and promising learning approach that can help students have a better, more personalized learning experience. With the right technology, adaptive learning can be effective and efficient in enhancing students' learning experience and strengthening their engagement in primary school learning.

B. Impact of Technology on Learning in primary schools

Virtual Learning Environments (VLEs) have many impacts on elementary school students, including academic achievement, student learning motivation, and social skills. Here is an explanation of the impact of VLE technology on elementary school students:

1. Academic Achievement:

Virtual Learning Environments (VLEs) are educational technologies that have become an essential part of modern education. VLEs are online learning environments designed to assist students and teachers in accessing learning materials, interacting with each other, and managing learning activities. VLEs provide various features, such as discussion forums, online quizzes, learning videos, etc., that help students learn independently and increase engagement in the learning process.

During the COVID-19 pandemic that occurred in 2020, VLEs became very important for students and teachers around the world. Most schools and universities

have had to switch to distance learning using VLEs. Although the use of VLEs has helped in continuing education during the pandemic, the impact of VLEs on academic achievement is still a hot topic of discussion. Here are some of the impacts of VLEs on academic achievement:

- a. Facilitate independent learning One of the positive impacts of using VLEs is that it facilitates independent learning. With the existence of an easily accessible online platform, students can learn the material at the right time and according to their individual needs. In addition, features such as learning videos and online quizzes also allow students to study interactively and track their learning progress.
- b. Increasing student engagement VLEs can also increase student engagement in the learning process. Features such as discussion forums allow students to interact with each other and share their thoughts on learning material. In addition, the use of technology in learning can also increase students' interest in learning and help them understand the material better.
- c. However, the negative impact of using VLEs is to be a challenge for students who are less experienced in technology. Not all students can easily access technology and understand how to use it. This can lead to difficulties in understanding the learning material and affect their academic performance.
- d. The use of VLEs also requires more supervision and motivation from teachers and parents. In distance learning, students need to have the self-discipline to motivate themselves in learning and take advantage of all the features of VLEs available. Therefore, teachers and parents must be more active in monitoring student learning progress and provide motivation to continue learning.
- e. Can be an inhibiting factor for some students Lastly, the impact of VLEs can also be an inhibiting factor for some students. Some students may not be able to learn the same way

2. Student Learning Motivation:

VLE can also increase student learning motivation because an interactive and fun learning environment can make students more interested in learning. There are several impacts of using VLEs on student learning motivation, namely:

- a. One of the great advantages of VLEs is the ability to allow students to learn according to their needs. They can choose a time and place that suits their schedule, and can even access materials from different devices. This increases students' learning motivation as it gives them more control over their learning process.
- b. VLEs also allow for more interaction between students and teachers, though not directly. Teachers can provide faster feedback, and students can participate in discussions and activities provided on the platform. This can increase students' motivation to learn because it allows them to feel more involved in learning.
- c. VLEs are generally easy to use and have intuitive navigation. This increases the likelihood of students engaging in learning and accessing the material more easily, increasing their learning motivation.
- d. Social support VLEs can also allow students to build relationships with their classmates. They can interact in forums, and online discussions, or even work together on group projects. This can increase students' motivation to learn because it makes them feel more connected to their learning environment.

However, some challenges can affect student learning motivation, such as:

1. Students who are unfamiliar with technology or who do not have good access to electronic devices can feel alienated from the virtual learning environment. This can affect their motivation to learn.
2. Lack of internal motivation, although VLEs can help increase student learning motivation, they still need internal motivation to learn. If students do not have an intrinsic interest or motivation towards the topic or material being studied, the use of VLEs will not make a significant difference in their motivation.

3. Lack of social interaction, although VLEs can allow social interaction, some students may feel less socially connected when learning in a virtual environment.

3. Social Skills:

Virtual Learning Environments (VLE) is a platform used to facilitate distance learning using digital technology. In the current pandemic situation, VLE is one of the alternatives for educational institutions to provide learning to students online. However, the use of VLE also has an impact on students' social skills. One of the positive impacts of using VLE is the increase in students' technology skills. In using VLE, students must be able to operate digital devices such as laptops, tablets, or smartphones. This will help students to become familiar with technology and improve their ability to operate digital devices. In addition, the use of VLE can also enrich the learning experience of students by offering various types of media, such as video, audio, and images.

However, the use of VLE can also harm students' social skills. Social skills are an individual's ability to interact and communicate with others in a variety of social situations. The use of VLE can reduce students' social interaction, which can affect their ability to interact socially in the real world. In addition, the use of VLE can also worsen students' communication skills. In online learning situations, students may not have the opportunity to talk directly with teachers or classmates. This can affect students' ability to verbalize their ideas and opinions. In addition, the use of VLE can also reduce students' ability to cooperate with others. In online learning, students may have to work alone in completing their tasks. This can reduce students' opportunities to learn to work together with classmates and develop teamwork skills. In addition, the use of VLE can also affect students' ability to understand the feelings and perspectives of others. In online interactions, students may not be able to read classmates' facial expressions or body language, which can affect their ability to understand other people's feelings and perspectives.

The use of a VLE (Virtual Learning Environment) or virtual learning environment can harm students' social skills if not managed properly. However, there are several ways to overcome these negative impacts, including:

- a. Encourage social interaction: You can facilitate social interaction between students through VLE. For example, you can create online forums, online

- collaborations, and group discussions. This way, students will stay connected with each other and be able to share their learning experiences.
- b. Have time and space for discussion: It is important to allow time and space for discussion between students within the VLE. Don't focus too much on teaching individually, but also provide opportunities for students to discuss and collaborate in groups.
 - c. Maintain context-appropriate content: Ensure that the content presented in the VLE is appropriate to the student's context and environment. This can help students understand and engage with the content better.
 - d. Provide feedback and evaluation: Providing feedback and evaluation to students can help them improve their social skills in the use of VLE. You can provide feedback through online forums or private messages.
 - e. Maintain ethics and manners in VLE: Remind students to maintain ethics and manners in their online interactions. This can help students build good social skills in a virtual learning environment.
 - f. Holding social activities outside of VLE: In addition to online interactions, holding social activities outside of VLE can help students build their social skills in person. You can hold outdoor activities, for example.

By paying attention to some of these, you can address the negative impact of VLE use on students' social skills and help students improve their social skills in a virtual learning environment.

C. Risks and Challenges in the Use of Technology

The use of technology in elementary school learning provides many benefits to students, including access to more information, the ability to learn in more engaging ways, and opportunities to connect with students and educators around the world. However, as with the use of technology anywhere, some risks and challenges must be overcome for the use of technology to be carried out safely and effectively.

One of the most important risks is the issue of data privacy and security. When students use technology in learning, they are often asked to provide personal information, such as names, email addresses, and phone numbers. There is a risk that this information may be misused by irresponsible parties. For example, personal information can be used to send spam emails or even to commit crimes such as identity

theft. Therefore, it is important to ensure that all students' personal information is kept confidential and not misused.

In addition, there are potential inequities and technological gaps in the use of technology in learning. Some students may have more limited access to technology than others, especially in developing countries or in rural areas. This can lead to gaps in the learning experience and make it difficult for students who don't have access to technology to compete with their peers who have better access. In addition, there is a risk that students who are financially disadvantaged or who come from underprivileged families do not have the same access to more expensive and advanced technology.

Schools must ensure that all students have equal access to the technology needed to learn. There are several ways to solve this problem, such as providing access to necessary devices and internet networks at school or through device loan programs. In addition, it is important to ensure that students and their families understand how to use technology safely and effectively. Schools can provide training and support to help students and their families understand how to use technology safely and effectively.

Lastly, there is a risk that the use of technology may disrupt students' learning experience. Too much use of technology can distract students from the subject matter, and some students may become addicted to technology. Therefore, it is important to find the right balance between the use of technology and traditional teaching methods such as textbooks and written assignments. Overall, the use of technology in primary school learning provides many benefits, but it also has risks and challenges. It is important to ensure that all students' personal information is kept confidential and not misused.

REFERENCE

- [1] A. Okada, R. P. G. Kowalski, C. Kirner, and P. L. Torres, "Factors influencing teachers' adoption of AR inquiry games to foster skills for Responsible Research and Innovation," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 27, no. 3, pp. 324–335, 2019, doi: 10.1080/10494820.2018.1473257.
- [2] H. Pujiastuti and R. Haryadi, "The use of augmented reality blended learning for improving understanding of food security in Universitas sultan Ageng tirtayasa: A case study," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 9, no. 1, pp. 59–69, 2020, doi: 10.15294/jpii.v9i1.21742.
- [3] C. H. Chen, "Impacts of augmented reality and a digital game on students' science learning with reflection prompts in multimedia learning," *Educ. Technol. Res. Dev.*, no. 0123456789, 2020, doi: 10.1007/s11423-020-09834-w.
- [4] T. Vagg, J. Y. Balta, A. Bolger, and M. Lone, "Multimedia in Education: What do the Students Think?," *Heal. Prof. Educ.*, vol. 6, no. 3, pp. 325–333, 2020, doi: 10.1016/j.hpe.2020.04.011.
- [5] R. Rusli, D. A. Nalanda, A. D. V. Tarmidi, K. M. Suryaningrum, and R. Yunanda, "Augmented reality for studying hands on the human body for elementary school students," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 216, no. 2020, pp. 237–244, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.132.
- [6] A. Syawaludin, Gunarhadi, and P. Rintayati, "Enhancing elementary school students' abstract reasoning in science learning through augmented reality-based interactive multimedia," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 8, no. 2, pp. 288–297, 2019, doi: 10.15294/jpii.v8i2.19249.
- [7] J. López-Belmonte, A. J. Moreno-Guerrero, J. A. López-Núñez, and F. J. Hinojo-Lucena, "Augmented reality in education. A scientific mapping in Web of Science," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–15, 2020, doi: 10.1080/10494820.2020.1859546.
- [8] S. J. Lu, Y. C. Liu, P. J. Chen, and M. R. Hsieh, "Evaluation of AR embedded physical puzzle game on students' learning achievement and motivation on elementary natural science," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 28, no. 4, pp. 451–463, 2020, doi: 10.1080/10494820.2018.1541908.
- [9] W. Huang, "Examining the impact of head-mounted display virtual reality on the science self-efficacy of high schoolers," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–13, 2019, doi: 10.1080/10494820.2019.1641525.
- [10] J. Wu, R. Guo, Z. Wang, and R. Zeng, "Integrating spherical video-based virtual reality into elementary school students' scientific inquiry instruction: effects on their problem-solving performance," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 29, no. 3, pp. 496–509, 2021, doi: 10.1080/10494820.2019.1587469.
- [11] M. Figols Pedrosa, A. Barra Perez, J. Vidal-Alaball, Q. Miro-Catalina, and A.

- Forcada Arcarons, "Use of virtual reality compared to the role-playing methodology in basic life support training: a two-arm pilot community-based randomised trial," *BMC Med. Educ.*, vol. 23, no. 1, pp. 1–8, 2023, doi: 10.1186/s12909-023-04029-2.
- [12] K. Ulas and I. Semin, "The Biological and Motivational Effects of Aerobic Exercise with Virtual Reality," *Res. Q. Exerc. Sport*, vol. 00, no. 00, pp. 1–6, 2020, doi: 10.1080/02701367.2020.1729329.
- [13] S. C. Chang, T. C. Hsu, Y. N. Chen, and M. S. yung Jong, "The effects of spherical video-based virtual reality implementation on students' natural science learning effectiveness," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 28, no. 7, pp. 915–929, 2020, doi: 10.1080/10494820.2018.1548490.
- [14] J. Shim, "Computers & Education : X Reality Investigating the effectiveness of introducing virtual reality to elementary school students ' moral education," *Comput. Educ. X Real.*, vol. 2, no. January, p. 100010, 2023, doi: 10.1016/j.cexr.2023.100010.
- [15] N. Tvenge, O. Ogorodnyk, N. P. Østbø, and K. Martinsen, "Added value of a virtual approach to simulation-based learning in a manufacturing learning factory," in *Procedia CIRP*, 2020, vol. 88, pp. 36–41, doi: 10.1016/j.procir.2020.05.007.
- [16] K. H. Cheng and C. C. Tsai, "Students' motivational beliefs and strategies, perceived immersion and attitudes towards science learning with immersive virtual reality: A partial least squares analysis," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 51, no. 6, pp. 2139–2158, 2020, doi: 10.1111/bjet.12956.
- [17] R. Lamb, K. Neumann, and K. A. Linder, "Real-time prediction of science student learning outcomes using machine learning classification of hemodynamics during virtual reality and online learning sessions," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 3, no. February, p. 100078, 2022, doi: 10.1016/j.caear.2022.100078.
- [18] M. Kersting, R. Steier, and G. Venville, "Exploring participant engagement during an astrophysics virtual reality experience at a science festival," *Int. J. Sci. Educ. Part B Commun. Public Engagem.*, vol. 11, no. 1, pp. 17–34, 2021, doi: 10.1080/21548455.2020.1857458.
- [19] J. K. Pringle *et al.*, "Extended reality (XR) virtual practical and educational eGaming to provide effective immersive environments for learning and teaching in forensic science," *Sci. Justice*, vol. 62, no. 6, pp. 696–707, 2022, doi: 10.1016/j.scijus.2022.04.004.
- [20] L. Pei, "Green urban garden landscape design and user experience based on virtual reality technology and embedded network," *Environ. Technol. Innov.*, vol. 24, p. 101738, 2021, doi: 10.1016/j.eti.2021.101738.
- [21] J. Parong and R. E. Mayer, "Cognitive and affective processes for learning

- science in immersive virtual reality," *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 37, no. 1, pp. 226–241, 2021, doi: 10.1111/jcal.12482.
- [22] Y. Tong, Y. Cai, A. Nevin, and Q. Ma, "Digital technology virtual restoration of the colours and textures of polychrome Bodhidharma statue from the Lingyan Temple, Shandong, China," *Herit. Sci.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–17, 2023, doi: 10.1186/s40494-023-00858-y.
- [23] A. Wang *et al.*, "Iterative user and expert feedback in the design of an educational virtual reality biology game," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–18, 2019, doi: 10.1080/10494820.2019.1678489.
- [24] B. Moya, A. Badías, I. Alfaro, F. Chinesta, and E. Cueto, "Digital twins that learn and correct themselves," in *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 2020, no. August, pp. 1–11, doi: 10.1002/nme.6535.
- [25] E. Dimitriadou and A. Lanitis, "A critical evaluation, challenges, and future perspectives of using artificial intelligence and emerging technologies in smart classrooms," *Smart Learn. Environ.*, vol. 10, no. 1, 2023, doi: 10.1186/s40561-023-00231-3.
- [26] S. C. Kong, W. Man-Yin Cheung, and G. Zhang, "Evaluation of an artificial intelligence literacy course for university students with diverse study backgrounds," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2021, doi: 10.1016/j.caeai.2021.100026.
- [27] L. Andeobu, Grandhi, and S. W. Srimannarayana, "Artificial intelligence applications for sustainable solid waste management practices in Australia: A systematic review," *Sci. Total Environ.*, vol. 834, no. 1, p. 155389, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155389>.
- [28] S. C. Kong, W. M. Y. Cheung, and G. Zhang, "Evaluating artificial intelligence literacy courses for fostering conceptual learning, literacy and empowerment in university students: Refocusing to conceptual building," *Comput. Hum. Behav. Reports*, vol. 7, no. July, p. 100223, 2022, doi: 10.1016/j.chbr.2022.100223.
- [29] J. Su and D. T. K. Ng, "Artificial intelligence (AI) literacy in early childhood education: The challenges and opportunities," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, p. 100124, 2023, doi: 10.1016/j.caeai.2023.100124.
- [30] F. Ouyang, M. Wu, L. Zheng, L. Zhang, and P. Jiao, "Integration of artificial intelligence performance prediction and learning analytics to improve student learning in online engineering course," *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, vol. 20, no. 1, 2023, doi: 10.1186/s41239-022-00372-4.
- [31] D. T. K. Ng, J. K. L. Leung, S. K. W. Chu, and M. S. Qiao, "Conceptualizing AI literacy: An exploratory review," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 2, p. 100041, 2021, doi: 10.1016/j.caeai.2021.100041.
- [32] Z. Chen, Z. Wang, Y. Yang, and J. Gao, "ResGraphNet: GraphSAGE with

embedded residual module for prediction of global monthly mean temperature," *Artif. Intell. Geosci.*, vol. 3, no. December, pp. 148–156, 2022, doi: 10.1016/j.aiig.2022.11.001.

- [33] M. C. Laupichler, A. Aster, and T. Raupach, "Delphi study for the development and preliminary validation of an item set for the assessment of non-experts' AI literacy," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 4, no. January, p. 100126, 2023, doi: 10.1016/j.caeari.2023.100126.
- [34] A. Carolus, Y. Augustin, A. Markus, and C. Wienrich, "Digital interaction literacy model – Conceptualizing competencies for literate interactions with voice-based AI systems," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 4, no. December 2022, 2023, doi: 10.1016/j.caeari.2022.100114.
- [35] C. Turner, J. Oyekan, W. Garn, C. Duggan, and K. Abdou, "Industry 5.0 and the Circular Economy: Utilizing LCA with Intelligent Products," *Sustain.*, vol. 14, no. 22, pp. 1–21, 2022, doi: 10.3390/su142214847.
- [36] A. Cropley, "Creativity-focused Technology Education in the Age of Industry 4.0," *Creat. Res. J.*, vol. 00, no. 00, pp. 1–8, 2020, doi: 10.1080/10400419.2020.1751546.
- [37] S. Johnston, E. Khatami, and R. Scalettar, "A perspective on machine learning and data science for strongly correlated electron problems," *Carbon Trends*, vol. 9, p. 100231, 2022, doi: 10.1016/j.cartre.2022.100231.
- [38] A. A. Barakabitze and R. Walshe, "SDN and NFV for QoE-driven multimedia services delivery: The road towards 6G and beyond networks," *Comput. Networks*, vol. 214, no. January 2021, p. 109133, 2022, doi: 10.1016/j.comnet.2022.109133.
- [39] K. Guo and Y. Pan, "Composite adaptation and learning for robot control: A survey," *Annu. Rev. Control*, no. December, 2022, doi: 10.1016/j.arcontrol.2022.12.001.
- [40] M. S. bin Abdul Samat and A. Abdul Aziz, "The Effectiveness of Multimedia Learning in Enhancing Reading Comprehension Among Indigenous Pupils," *Arab World English J.*, vol. 11, no. 2, pp. 290–302, 2020, doi: 10.24093/awej/vol11no2.20.
- [41] C. Knapp, C. Slaught, E. Latour, D. Glasser, N. Reder, and M. M. Shinohara, "Novel Diagnostic Educational Resource: Use of a web-based adaptive learning module to teach inflammatory reaction patterns in dermatopathology to medical students, residents, and fellows," *J. Pathol. Inform.*, vol. 13, no. May, p. 100099, 2022, doi: 10.1016/j.jpi.2022.100099.

Agência Brasileira ISBN
ISBN: 978-65-6016-042-2.