

José Luis Escamilla Reyes
(organizador)

EDUCAÇÃO
E
ENSINO
DE
CIÊNCIAS EXATAS
E
NATURAIS



EDITORA
ARTEMIS
2021

José Luis Escamilla Reyes
(organizador)

EDUCAÇÃO
E
ENSINO
DE
CIÊNCIAS EXATAS
E
NATURAIS



EDITORA
ARTEMIS
2021

2021 by Editora Artemis
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2021 Os autores
Copyright da Edição © 2021 Editora Artemis



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof ^ª Dr ^ª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^ª Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^ª Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. José Luis Escamilla Reyes
Imagem da Capa	ekaart/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^ª Dr.^ª Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.^ª Dr.^ª Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.^ª Dr.^ª Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^ª Dr.^ª Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.^ª Dr.^ª Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^ª Dr.^ª Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^ª Dr.^ª Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
Prof.^ª Dr.^ª Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^ª Dr.^ª Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
Prof.^ª Dr.^ª Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima
Prof.^ª Dr.^ª Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México
Prof.^ª Dr.^ª Emilias Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional*, Argentina



Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, *Universidade Federal do Triângulo Mineiro*
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, *Instituto Politécnico da Guarda*, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, *Universidade São Francisco*
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof. Dr. Ivan Amaro, *Universidade do Estado do Rio de Janeiro*
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, *Universidade Federal do Amazonas*
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College*, USA
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, *Universidade de Évora*, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, *UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros*
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, *Universidade Estadual Paulista*
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, *Universidade Federal de Goiás*
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, *Universidade de Passo Fundo*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, *Universidade Estadual Paulista*
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, *Universidade Federal de Sergipe*
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, *Universidade Federal de Ouro Preto*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, *Universidade Federal da Bahia*
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, *Universidade Nova de Lisboa*, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, *Universidade Federal do Maranhão*
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, *Instituto Politécnico de Viseu*, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, *Universidade Federal de Lavras*
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, *Universidade Federal Fluminense*



Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E24 Educação e ensino de ciências exatas e naturais [livro eletrônico] /
Organizador José Luis Escamilla Reyes. – Curitiba, PR: Artemis,
2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-49-1

DOI 10.37572/EdArt_171221491

1. Educação. 2. Prática de ensino. 3. Professores – Formação.
I. Reyes, José Luis Escamilla.

CDD 371.72

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

PRÓLOGO

El libro **Educação e Ensino de Ciências Exatas e Naturais** presenta los resultados de varios proyectos de investigación en innovación educativa relacionados con la enseñanza de las ciencias y la ingeniería, un tema apasionante para los que estamos involucrados en el día a día en las aulas frente a nuestros alumnos.

En este trabajo, la enseñanza en la ingeniería y ciencias se aborda desde muy diversas perspectivas, todas ellas muy relevantes. Por ejemplo, en varios artículos de este libro se discuten los procesos de evaluación, tanto dentro de los cursos de la disciplina como de los programas de las carreras asociadas a estas áreas. Asimismo, en otros trabajos se propone como una prioridad el incorporar una perspectiva de género e inclusión para facilitar el acceso a estas carreras científicas de sectores de la población que tradicionalmente han sido marginados como las mujeres y las etnias indígenas. Por otro lado, el enfoque de la modelación matemática en los cursos de ingeniería es discutido y su implementación en el aula presentada para evidenciar sus ventajas con respecto a las aproximaciones tradicionalmente expuestas en los cursos convencionales en donde los problemas matemáticos son artificiales, sin un contexto específico y en los cuales no hay necesidad de enunciar y estructurar el problema a partir de una situación real.

Por supuesto, hago la invitación al lector para que disfrute la lectura de estos artículos de innovación educativa y, más importante aún, si es un docente en activo, que implemente alguna o varias de las estrategias y metodologías aquí expuestas para enriquecer su práctica docente y, de esta manera, contribuir en la validación de la pertinencia y relevancia de estos enfoques educativos. Finalmente, bienvenida la retroalimentación y los comentarios propositivos ya que lo más importante es garantizar que nuestros alumnos alcancen un aprendizaje significativo que les permita enfrentar con éxito los problemas tanto en su práctica profesional como en su vida cotidiana.

Dr. José Luis Escamilla Reyes

SUMÁRIO

PROCESOS DE EVALUACIÓN EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

CAPÍTULO 1..... 1

ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN FORMATIVA: UNA FORMA DE PROMOVER EL APRENDIZAJE AUTÓNOMO EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Olga Lucía Duarte Bolívar
Graciela Morantes Moncada
Luz Ángela Flórez Olarte

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1712214911

CAPÍTULO 2..... 12

COMPETÊNCIAS MÍNIMAS DE ESTUDANTES DE MEDICINA PARA OBTENÇÃO DE VIAS AÉREAS DEFINITIVA EM DIFERENTES SEMESTRES DO CURSO

Kenya de Sales Flaminio
Milena Coelho Fernandes Caldato

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1712214912

CAPÍTULO 3.....32

ESTRATEGIAS EVALUATIVAS EN USO PARA EL APRENDIZAJE MATEMÁTICO EN ESTUDIANTES DE SÉPTIMO Y OCTAVO AÑO BÁSICO

Francisca Macarena Cartes Matus
Paulina Edith Cartes Gómez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1712214913

CAPÍTULO 4.....42

O ESTADO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA AMÉRICA LATINA

Williams Orlando Tapia Chavez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1712214914

NUEVOS ENFOQUES Y APROXIMACIONES EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

CAPÍTULO 5..... 63

TOMA DE DECISIONES, DESDE LOS ODS, MEDIANTE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA CLASE DE CIENCIAS

Ana María Gómez Prado
Yolanda Ladino Ospina

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1712214915

CAPÍTULO 6.....74

TRABAJO EN EQUIPO Y POR PROYECTOS BAJO LOS CONCEPTOS DEL CEREBRO TRIÁDICO PARA EL LOGRO DE COMPETENCIAS EN UNA ASIGNATURA DE CIENCIAS: EL TRICEREBRAR

Margarita Patiño Jaramillo

John Jairo García Mora

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1712214916

LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN LOS CURSOS DE INGENIERÍA: ENFRENTANDO A LOS ALUMNOS CON PROBLEMÁTICAS REALES

CAPÍTULO 7.....87

¿CÓMO PRESENTAN PROFESORES LATINOAMERICANOS LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN EL AULA? UN ESTUDIO DE CASOS BASADO EN DOS EVENTOS INTERNACIONALES

Elisabeth Ramos-Rodríguez

Astrid Morales Soto

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1712214917

CAPÍTULO 8.....97

LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN EL CURSO DE ECUACIONES DIFERENCIALES A TRAVÉS DE PROBLEMÁTICAS REALES

José Luis Escamilla Reyes

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1712214918

PERSPECTIVA DE GÉNERO E INCLUSIÓN EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA

CAPÍTULO 9..... 106

POLIEDROS QUE VUELAN

Roberto Antonio Salvador

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1712214919

CAPÍTULO 10.....112

UNA MIRADA DE GÉNERO AL INGRESO FEMENINO EN CARRERAS DE TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Jaime Espinoza Oyarzún

 https://doi.org/10.37572/EdArt_17122149110

LA INCORPORACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

CAPÍTULO 11..... 120

EMPREGANDO O GEOGEBRA 3D NA DE (COMPOSIÇÃO) DE POLIEDROS CONVEXOS PARA O CÁLCULO DO VOLUME

Victoria Mazotti Rodrigues da Silva

Rudimar Luiz Nós

 https://doi.org/10.37572/EdArt_17122149111

CAPÍTULO 12 131

ENSINO DE CÁLCULO COM O APOIO DE BLOG E DO GEOGEBRA

Ailton Durigon

Vilma Gisele Karsburg

Alan Lanceloth Rodrigues Silva

Lucas Santos Savi Mondo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_17122149112

SOBRE O ORGANIZADOR.....139

ÍNDICE REMISSIVO 140

CAPÍTULO 1

ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN FORMATIVA: UNA FORMA DE PROMOVER EL APRENDIZAJE AUTÓNOMO EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Data de submissão: 14/10/2021

Data de aceite: 26/10/2021

Olga Lucía Duarte Bolívar

Universidad Pontificia Bolivariana
Seccional Bucaramanga, Colombia
CV

Graciela Morantes Moncada

Universidad Pontificia Bolivariana
Seccional Bucaramanga, Colombia
CV

Luz Ángela Flórez Olarte

Universidad Abierta y A distancia, CEAD
Bucaramanga, Colombia
CV

RESUMEN: La evaluación debería ser una parte integral de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y proporcionar al profesor información que le sea útil en su práctica docente. Muchas veces se asigna mayor importancia a la función sumativa de la evaluación que a la formativa y se utilizan estrategias de evaluación que se limitan al diseño y aplicación de pruebas escritas como principal método de evaluación de aprendizajes. La evaluación formativa promueve en los estudiantes el hábito de monitoreo de su aprendizaje sin la presión

de resultados definitivos e incentiva en ellos la idea de evaluación como oportunidad para revisar la calidad de conocimientos adquiridos y medio para determinar falencias con miras a superar obstáculos, realizando su propio seguimiento con acompañamiento docente, sintiendo confianza y no presión. Para promover el aprendizaje autónomo se diseñaron e implementaron actividades de evaluación formativa en Cálculo Diferencial estructuradas en tres momentos caracterizados por: una evaluación inicial, seguido de la evaluación estrictamente formativa en la cual los estudiantes se esforzaron para alcanzar sus metas, con el acompañamiento del docente quien proporcionó la ayuda pedagógica más adecuada a las necesidades presentadas; y por último, una evaluación sumativa. La intervención a través de la evaluación formativa, permitió a los estudiantes adquirir lenguaje matemático que al comienzo no poseían y que obstaculizaba en gran parte la comprensión y análisis de enunciados, a su vez, favoreció el desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas principalmente, con razonamiento y metacognición. De esta manera, se concluye que fue posible proporcionar a los estudiantes herramientas importantes para regular su esfuerzo mediante planes de trabajo a desarrollar durante el proceso, y al docente, este estudio le aportó el diseño de evaluaciones que exigen la aplicación y transferencia de lo aprendido, y no sólo el recuerdo de contenidos o aplicación memorística de reglas.

PALABRAS CLAVES: Evaluación formativa. Aprendizaje autónomo. Cálculo Diferencial.

TRAINING ASSESSMENT ACTIVITIES: A WAY TO PROMOTE SELF-LEARNING IN ENGINEERING STUDENTS

ABSTRACT: Assessment should be an integral part of the mathematics teaching and learning processes and provide the teacher with information that is useful to him in his teaching practice. Many times the summative function of evaluation is given greater importance than the formative one, and evaluation strategies are used that are limited to the design and application of written tests as the main method of evaluating learning. Formative evaluation promotes in students the habit of monitoring their learning without the pressure of definitive results and encourages in them the idea of evaluation as an opportunity to review the quality of knowledge acquired and a means to determine shortcomings with a view to overcoming obstacles, making their own monitoring with teacher support, feeling confidence and not pressure. To promote autonomous learning, formative evaluation activities in Differential Calculus were designed and implemented, structured in three moments characterized by: an initial evaluation, followed by a strictly formative evaluation in which the students made an effort to achieve their goals, with the teacher's accompaniment. who provided the most appropriate pedagogical help to the needs presented; and finally, a summative evaluation. cognitive skills related mainly to reasoning and metacognition. In this way, it is concluded that it was possible to provide students with important tools to regulate their effort work plans to develop during the process, and to the teacher this study provided the design of evaluations that require the application and transfer of what was learned, and not only the memory of content or memory application of rules.

KEYWORDS: Formative evaluation. Autonomous learning. Differential Calculus.

1 INTRODUCCIÓN

En tiempos en que el conocimiento se encuentra abundante y disponible en diferentes medios, y que los medios de la información y la comunicación están cada vez más sofisticados y permiten su búsqueda y divulgación rápida y fácilmente, la clase expositiva, tradicional y magistral ha perdido su prioridad y ha dado paso a alternativas que promuevan y favorezcan en los estudiantes centrar su atención en la calidad de lo que procesan y en la forma misma de hacerlo, dejando de lado el afán por la cantidad de información que son capaz de recopilar. Por esta razón, es necesario para los tiempos actuales un estudiante con criterio propio para seleccionar la información que lo haga competente, que le sirva para sus intereses, que no lo conduzca a errores y fuentes indeseadas que lo hagan perder en el mar de conocimientos, cuando navegue en ellos. Es decir, un estudiante autónomo, que tome sus propias decisiones. “La autonomía en el aprendizaje debería ser considerada como una de las principales claves de éxito formativo en educación superior, como uno de sus principales “productos”” (Rue, 2009).

En la investigación titulada “La mediación B-Learning para el aprendizaje estratégico de Cálculo Diferencial en los estudiantes de primer semestre de ingeniería, de la Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga” se realizó una revisión sobre el perfil del aprendiz estratégico para el estudio de Cálculo Diferencial, refiriendo su implicación en el progresivo desarrollo de la autonomía y autorregulación del aprendizaje de esta asignatura; algunos de sus resultados motivaron el presente escrito.

Del mismo modo, la evaluación, como parte fundamental del proceso de enseñanza y de aprendizaje también debe ser modificada y enfocada con el propósito de favorecer la autonomía del estudiante y, por tanto, su autorregulación. Al respecto, uno de los hallazgos de la experiencia investigativa “la evaluación como estrategia de motivación hacia el aprendizaje del Cálculo Diferencial” sugiere la evaluación formativa como oportunidad para fomentar el aprendizaje autónomo porque permite involucrar a los estudiantes en la gestión del desarrollo de su propio aprendizaje.

Cuando es el mismo estudiante quien planifica, organiza, ejecuta y regula sus actos de aprendizaje, logra realizar juicios de valor sobre sus capacidades y está en condiciones de determinar qué está en capacidad de hacer, cómo realizarlo y por qué llevarlo a cabo. Guo & Shekoyan (2014), plantean que un aprendizaje auto-regulado donde los estudiantes son conscientes de su propio aprendizaje, los motiva a estudiar consistentemente.

Para evaluar la capacidad de autorregulación, que depende no sólo de los conocimientos necesarios relativos a la tarea, se tienen en cuenta cuatro procesos psicológicos ligados a la volición (concepto más amplio que el de autorregulación), que hacen referencia a características de la personalidad que influyen, una vez que la persona está motivada para hacer una tarea o trabajar para conseguir un objetivo, en la diligencia, intensidad y persistencia con que se trabaja para completarla (Tapias, 2007).

Este proceso de autorregulación de aprendizajes se debe transferir de forma progresiva a los estudiantes y para ello es necesario un seguimiento constante sobre la gestión de los procesos, que implica seguimiento a tareas desarrolladas por los estudiantes, como de los instrumentos, criterios y estrategias de evaluación. Con este propósito, es fundamental la realimentación y es el docente u otros estudiantes quien o quienes la facilitan. Para ello es indispensable la evaluación continua que permita valorar cada etapa del proceso de enseñanza y aprendizaje. A su vez, los estudiantes deben conocer los criterios de evaluación y los profesores deben orientarlos para que asuman esos procesos que se requieren. De esta manera hay un sistema de control y de permanente revisión que requiere de diversidad de métodos evaluativos que proporcionen evidencias del trabajo realizado.

Los métodos de evaluación deben propiciar procesos de reflexión asociados a actividades y trabajos independientes que impliquen la realización de tareas desafiantes y propicien el desarrollo de capacidades y habilidades relacionadas con el trabajo autónomo. En este sentido, debe existir correspondencia entre los propósitos de aprendizaje deseables y las tareas propuestas.

En la experiencia investigativa se intentó innovar con una metodología que incluía recursos que fueron desarrollados individualmente o articulados en equipos, con el objetivo de incentivar la participación, la motivación, el trabajo colaborativo (que implica la ayuda al otro), el practicar haciendo, entre otros, teniendo en cuenta que, según (Rue, 2009, p. 162):

la introducción de otros enfoques distintos a los convencionales para las clases expositivas, para las herramientas de apoyo al trabajo de los alumnos y para la evaluación, implica de manera muy efectiva a los estudiantes en el logro de aprendizajes más profundos y relevantes, desde su punto de vista.

El trabajo colaborativo permitió la evaluación reguladora que propició la determinación de ajustes oportunos en las actividades de enseñanza y aprendizaje a partir de las necesidades que surgían en el curso de Cálculo Diferencial. De esta manera, a partir de la experiencia es posible proponer como posible ruta para lograr el propósito de fomentar el aprendizaje autónomo desde la evaluación formativa, la organización de trabajos independientes fuera del espacio de clase en los cuales los estudiantes de manera individual desarrollen las tareas asignadas, trabajo en grupos colaborativos para revisar aportes personales a dichas tareas y elaboración de informes que se presenten en plenaria, este proceso propició la coevaluación e incentivó la realización de ajustes por cada estudiante a partir de los aportes de sus compañeros, seguido de la organización de informes finales con reflexiones de las causas del logro o no de los propósitos propuestos y sus implicaciones.

2 REFLEXIONES

2.1 EL ESTUDIANTE COMO PROTAGONISTA DE SU PROCESO DE FORMACIÓN

El permitir que los estudiantes se enfrenten a procesos de evaluación que les permitan determinar en qué deben mejorar, es sin duda alguna, una importante estrategia que les obliga a convertirse en protagonistas y a ser responsables de su propio proceso de formación hasta lograr la autonomía dentro del mismo. (Rue, 2009, p. 87), se refiere al concepto de “autonomía” como “la capacidad de dotarse uno mismo de las reglas, de las normas para el aprendizaje, en función de sus diversos niveles de exigencia, sin por ello eludir la responsabilidad de dar cuenta de sus procesos y de sus resultados”.

El estudiante que desde el inicio del curso tiene bajos resultados en las evaluaciones pierde la confianza en sí mismo y se siente inseguro de su conocimiento, esto repercute en un efecto emocional que lo hace sentir incapaz de aprender la asignatura, hasta que se rinde, deja de esforzarse, empieza a fallar y es posible que abandone el curso y, si esto le ocurre con varios de sus cursos, tal vez sea el preámbulo de una deserción académica.

La reflexión anterior incentivó considerar la evaluación formativa con la idea de mejorar el aprendizaje que está en proceso y no esperar hasta valorar el resultado final para que, de esta forma, sirva no solo a los estudiantes para tomar decisiones acerca de los correctivos que deben realizar sino también, a los docentes para que tomen mejores decisiones sobre las estrategias que potencien su enseñanza.

2.2 CONSIDERACIONES DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA

Al respecto, (Schoenfeld, 2013, pág. 20) afirma que “el propósito de la evaluación formativa es proporcionar información sobre el entendimiento del estudiante en un punto en el que profesor y estudiantes puedan actuar productivamente sobre dicho entendimiento”.

Con la evaluación formativa se busca determinar el cumplimiento de las metas para realizar los correctivos o afianzamientos correspondientes sin afectar la evaluación sumativa. Al respecto, (Poggioli, 2009, p. 30) se refiere a la evaluación formativa como:

la utilizada para valorar procesos, mediante la recolección de información a medida que se desarrolla el proceso de enseñanza aprendizaje, de manera que se puedan tomar decisiones inmediatas a fin de mejorarlo o perfeccionarlo. La evaluación formativa proporciona evaluación continua de este proceso con un fin regulador, orientada para señalar progresos y prevenir obstáculos.

En este sentido la evaluación debe ser vista como algo procesual ya que se debe ver como parte del aprendizaje y no como un hecho aislado o un producto. Con lo anterior se quiere decir que, si se concibe la evaluación como un proceso que promueva la autonomía, el autocontrol y la autorregulación, es posible que la enseñanza y el aprendizaje adquieran un papel menos controlado por el docente y más protagonizado por el estudiante, incorporando el monitoreo constante y autocrítico de su aprendizaje; (Guo & Shekoyan 2014), plantean que un aprendizaje auto-regulado donde los estudiantes son conscientes de su propio aprendizaje, los motiva a estudiar consistentemente.

Con el estudio se logró una aproximación de los estudiantes hacia la concientización y apropiación de su proceso de aprendizaje valorando la evaluación formativa como una práctica para monitorearlo.

2.3 ESTRATEGIA UTILIZADA PARA PROMOVER EL APRENDIZAJE AUTÓNOMO A PARTIR DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA

Teniendo presente que “la evaluación no es un sistema para detectar lo que el estudiante no sabe, sino para ayudarle a asentar lo que sabe y a incentivarle para que aprenda lo que desconoce” (Fernández, 2007), se diseñó y aplicó una propuesta de intervención en el aula teniendo en cuenta el equilibrio de las responsabilidades asignadas tanto al profesor como al estudiante.

Durante la experiencia se motivó la concientización del estudiante sobre sus procesos cognitivos y socio-afectivos favoreciendo la autorregulación de su aprendizaje con el propósito de lograr su autonomía. Se organizó la estrategia en tres momentos caracterizados por: una evaluación inicial, donde los estudiantes demostraron conocimientos previos; la evaluación estrictamente formativa, en la cual, los estudiantes focalizaron su atención en el reconocimiento erróneo y en el que no poseían por medio de actividades tanto individuales como colaborativas y, por último, una evaluación sumativa donde se evidenció el esfuerzo y grado de compromiso de los estudiantes por superar dificultades y enriquecer sus saberes del Cálculo Diferencial. Esta estrategia generó en la mayoría de ellos, con el primer momento, un acercamiento a sus fortalezas y falencias en los temas que debían aprender; con el segundo, motivación constante con recursos de aprendizaje que incluían el contenido por interiorizar y, por tanto, monitoreo por parte del docente, de los compañeros de grupos colaborativos y del mismo estudiante de las actividades que promovían esta interiorización, y, con la última, la concientización sobre la necesidad de monitorear permanentemente su aprendizaje.

2.4 RECURSOS UTILIZADOS DURANTE EL DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA

En las diferentes actividades de evaluación se diseñaron y aplicaron distintos recursos teniendo en cuenta el tipo de evaluación realizada.

Las actividades desarrolladas como evaluación inicial, brindaron a los estudiantes la posibilidad de conocer sus fortalezas y debilidades antes de enfrentarse al estudio de las unidades de aprendizaje, y proporcionaron información a las docentes sobre ideas previas de los estudiantes con el fin de rediseñar su práctica pedagógica y a partir de los presaberes, orientar actividades de refuerzo a desarrollar en las horas de consulta programadas (es una hora adicional a la intensidad horaria de la asignatura, se desarrolla en forma grupal en la misma aula de clase pero no implica créditos académicos y su asistencia es voluntaria) o personalizadas (concertadas con los estudiantes en un sitio diferente al de la clase con asistencia individual), principalmente si las falencias estaban

relacionadas con bases aritméticas o algebraicas previas al estudio del Cálculo, así como en procesos de observación, interpretación, análisis y síntesis. Se realizaron Pretest, para determinar habilidades de tipo aritmético y algebraico, generalidades sobre los distintos saberes de Cálculo Diferencial, y resolución de situaciones del contexto, de las matemáticas y de las ingenierías; análisis de fragmentos de películas con contenido matemático relacionado con funciones y entrega de informes al respecto; análisis de mapas conceptuales y ejemplificación de cada uno de los aspectos presentados; y participación en foros.

Las actividades de evaluación intermedia durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, propiciaron el análisis de fortalezas y debilidades en procesos de observación, interpretación, análisis y síntesis, en el tratamiento de las diferentes temáticas con miras a diseñar actividades que tendieran a la superación de falencias, así como la posibilidad de determinar la calidad de los aprendizajes de tipo cognitivo, procedimental y actitudinal que los estudiantes adquirirían a medida que avanzaba la temática; ofrecieron espacios para lograr que los estudiantes tomaran conciencia de sus dificultades o falencias tanto individuales como grupales, posibilitando el aprendizaje a partir del error, así como el aumento del gusto, curiosidad y deseo por conocer el sentido e importancia que tienen las matemáticas en la formación básica del futuro profesional en ingeniería.

Se ejecutaron actividades de refuerzo en horas de consulta programadas, personalizadas y en Ateneo (espacio donde el estudiante dialoga con su docente u otros profesores sobre sus dificultades o dudas, a partir de trabajo que ha realizado previamente); éstas fueron orientadas a partir de rompecabezas, juegos de estrategia elaborados por la docente o por los estudiantes, análisis de videos, preparación y realización de exposiciones para lo cual se orientó a los estudiantes sobre las consultas, pautas para la elaboración de presentaciones y el trabajo de lectura de un texto científico; y desarrollo de talleres, convirtiéndose esta actividad en un debate de ideas a partir de lo planteado y de preguntas adicionales.

Se realizaron actividades de seguimiento de protocolos con el fin de evaluar todo el proceso realizado por el estudiante al resolver un problema y a la vez, su avance en la solución de dificultades; siguiendo etapas como: solución individual de cada situación propuesta, resolución de las mismas con otros dos compañeros y selección de un monitor para presentar y sustentar las respuestas ante todo el grupo, participación activa en plenaria y solución de dudas. En este tipo de actividad, se diligenció una matriz de seguimiento correspondiente a las etapas de resolución de problemas matemáticos.

También se realizaron actividades de autoevaluación que permitieron un autoanálisis de resultados y la determinación de compromisos personales, a partir del

diligenciamiento de un formato (anexado en la carpeta portafolio) por parte del estudiante cada vez que recibía una prueba, llevando de esta forma su seguimiento para tomar medidas que le permitieran el cumplimiento de sus metas, aprovechando todo el apoyo ofrecido por la docente, en horas de consulta personalizadas; y actividades de coevaluación donde los estudiantes revisaban el trabajo entre sí, determinando dificultades notorias en cuanto a las habilidades de observación y análisis, evaluación que originó la necesidad de diseñar y aplicar dos talleres relacionados con estas habilidades. Además, los estudiantes tenían la oportunidad de programar con la docente, actividades de seguimiento para demostrar la superación de dificultades y por ende la apropiación del conocimiento matemático.

Por último, el momento de evaluación final se realizó mediante actividades después de la intervención pedagógica y didáctica. Entre las actividades más destacadas está la realización de foros orientados a través de la comprensión y análisis procedimental de preguntas sobre la solución de ejercicios y problemas; reflexiones individuales y grupales a partir de los resultados de los parciales y quices; exposición de proyectos divertidos, motivadores y retadores, centrados en el estudiante y dirigidos por éste.

3 CONCLUSIONES

A juicio de las investigadoras, el resultado más relevante de aplicar la estrategia, tiene que ver con el cambio en la concepción sobre la evaluación, puesto que inicialmente los estudiantes la concebían como la forma escrita de medir la adquisición de conocimientos, utilizando expresiones como: “es la forma de medir lo aprendido en clase”, “es la forma de conocer si alguien sabe unos conocimientos específicos, con pruebas escritas”; y luego de participar en el estudio, afirmaron: “es una manera de constatar y reafirmar lo que ya se sabe”, exponiendo la utilidad de la evaluación para verificar la adquisición de conocimientos. Además, manifiestan el valor de toda evaluación con la afirmación: “cada nota es valiosa” y presentan la evaluación como una forma de realizar seguimiento y control del aprendizaje con: “Es la manera más efectiva para saber si el estudiante realmente está aprendiendo y se está esforzando”, “Algo necesario para que si los estudiantes puedan mostrar lo aprendido en la materia”.

Adicionalmente, mencionan una visión más amplia de la evaluación, vista como la manera de desarrollar procesos de pensamiento, entre ellos el análisis, con expresiones como: “Positivas, siempre era evaluado de manera que nos tocara pensar y analizar situaciones”; por último, valoran la evaluación a través de situaciones aplicadas a la realidad y acorde con la metodología de la clase, diciendo: “los métodos de evaluación fueron acordes a lo explicado durante el semestre”. Este hallazgo se considera un logro porque es un claro ejemplo de la organización de la evaluación como proceso continuo.

Las actividades de evaluación formativa permitieron determinar la capacidad de los estudiantes para organizar de manera independiente su propio aprendizaje, ellos de manera progresiva se hicieron responsables de su proceso logrando claridad en las metas propuestas y en los tiempos para demostrar suficiencia en sus conocimientos, habilidades y destrezas; gracias a la orientación oportuna de las docentes que realizaban la intervención.

La experiencia brindó espacios para que las docentes aplicaran estrategias con el fin de fortalecer aspectos esenciales para el aprendizaje del Cálculo, entre ellos: comprensión y análisis de enunciados, mediante la adquisición de lenguaje matemático y desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas principalmente con razonamiento. También aportó el diseño de evaluaciones que exigen la aplicación y transferencia de lo aprendido. Es importante, tener en cuenta que en el proceso de enseñanza y aprendizaje del Cálculo es necesario el desarrollo de habilidades, dominio en el manejo y aplicación de algoritmos y fórmulas, por tanto, los recursos de evaluación que se diseñen e implementen deben centrarse en la adquisición contextualizada de la competencia buscada sobre este tipo de aprendizajes.

Con el estudio se comprobó que es posible incrementar la motivación por aprender a través de prácticas evaluativas tanto individuales como grupales, que involucren tareas novedosas y atractivas en las cuales el estudiante tenga la oportunidad de demostrar qué tanto sabe y qué le falta por aprender. Por consiguiente, gracias al valor demostrado por los estudiantes hacia la evaluación en grupos colaborativos a través de la realización de foros, juegos, exposiciones, análisis de videos y películas, que primaron sobre las pruebas escritas, se puede afirmar que en el ciclo básico universitario, en este caso en la asignatura de Cálculo Diferencial, es posible evaluar desempeños cognitivos y actitudinales, a partir de estrategias que impliquen no siempre el trabajo individual sino donde predomine el trabajo colaborativo con un tinte lúdico, creativo y acorde a los intereses y expectativas de los estudiantes, apostándole a la educación en valores de cooperación, solidaridad y generosidad, indispensables en la formación del profesional que la sociedad necesita.

De igual manera, a partir del estudio realizado se pudo verificar la riqueza de la autoevaluación, que conlleva a que el estudiante sienta confianza y no presión, considerando la evaluación como una oportunidad para revisar la calidad de los conocimientos que ha adquirido y un medio para determinar sus falencias con miras a superar obstáculos, fomentando de esta forma la autorregulación del aprendizaje, es decir, la revisión permanente del proceso en cuanto a la autoobservación, la autoevaluación y el control de sus reacciones; claves para que el estudiante se mantenga activo y persista hasta conseguir sus objetivos (Tapias, 2007).

La experiencia investigativa permitió a través de la evaluación realizar seguimiento del avance de los estudiantes en cuanto a conocimientos, habilidades y actitudes hacia el aprendizaje del Cálculo Diferencial, haciendo evidente que “en la evaluación, como proceso y no como un momento o un acto de determinar una nota, se evalúan otras cosas que las que se tienen en cuenta usualmente para emitir una calificación” (Alvarez Matos, 1983).

El trabajo realizado con la evaluación, motivó también a las docentes investigadoras, confirmándose la siguiente tesis “Cuando el docente ve a los estudiantes motivados, se esfuerza por mantener ese interés y se preocupa por proporcionarles más herramientas didácticas que los orienten en su proceso de aprender a aprender, haciendo más ameno cada encuentro de clase” (Polanco, 2005).

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez Matos, L. (1983). *Compendio de Didáctica General*. BUENOS AIRES: Kapelusz.

Ana, P. H. (2005). La motivación en los estudiantes universitarios. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*.

Biggs, J.B. (1989) Approaches to the enhancement of tertiary teaching. *Higher Education Research and Development*, 8 (1), 7-25.

Chevallard, Y. B. (1997). *Estudiar Matemáticas*. Barcelona: HORSORI.

Fernández, B. S. (2007). *La evaluación de los estudiantes en la Educación Superior. Apuntes de buenas prácticas*. Universitat de València: Servei de Formació Permanent. Universitat de València.

Garello, M. V., & Rinaudo, M. C. (20 de 11 de 2012). Características de las tareas académicas que favorecen el aprendizaje autorregulado y la cognición distribuida en estudiantes universitarios. *Revista de Docencia Universitaria*, 10(3), 415.

Guo, W., & Shekoyan, V. (2014, June), Facilitation of Student-centered Formative Assessment using Reflective Quiz Self-corrections in a Calculus Physics Course Paper presented at 2014 ASEE Annual Conference & Exposition, Indianapolis, Indiana. 10.18260/1-2--20482.

Harlen, W. y. (2004). The development of assessment for learning for learning; learning from the case of science and mathematics. *Lenguaje Testing*. 390-408.

Huertas, J. M. (2002). *Desarrollo de la motivación humana*. Madrid: McGraw-Hill.

Juste, R. P. (2013). La evaluación formativa en los grados universitarios. La gran ocasión perdida. *Aula Magna 2.0 Revistas Científicas de Educación en Red*. ISSN: 2386-6705, <https://cuedespyd.hypotheses.org/143>.

Kumul, M. J. (2013). Pruebas escritas como estrategia de evaluación de aprendizajes matemáticos. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 213-243.

Parada, S. (2005). La producción de textos: Una alternativa para evaluar en Matemáticas. Bucaramanga: uis.

Pintrich et al. (1991) y Pintrich y García (1993).

Poggioli, L. (2009). *Estrategias de Evaluación. Serie enseñando a aprender*. (Vol. 4 Edición). Caracas: Fundación Empresas Polar.

Polanco, A. (2005). La motivación en los estudiantes universitarios. *Actualidades investigativas en educación*.

Rojas1, H. L. (22 de 04 de 2008). Aprendizaje autorregulado, motivación y rendimiento académico. *Liberabit*.

Rue, J. (2009). *El aprendizaje autónomo en Educación Superior*. Madrid: Narcea.

Santos, C. (2011). Motivación en la Evaluación Educativa. . *Memorias Congreso nacional e Internacional de Investigación y Pedagogía*. (pág. 78). Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica.

Schoenfeld, A. (2013). *Evaluaciones Sumativa y Formativa en Matemática Apoyo a las Metas de los Estándares de Núcleo Curricular Común*. University of California, Berkeley.: <https://repensarlasmatematicas.files.wordpress.com/2013/11/ahschoelfeld-math-assessments-tip-es.pdf>.

Seluy, S. G. (2010). Análisis de factores a tener en cuenta por el docente, para favorecer la motivación como proceso facilitador del aprendizaje del alumno en cursos de Matemática. *III REPEM - Memorias*.

Steinmann, B. (2010). Motivación y Expectativas de los estudiantes por aprender Ciencias en la Universidad. . *Revista mexicana de Investigación Educativa*, 585-598.

Tapias, J. A. (2007). *Evaluación de la motivación en entornos educativos*. Barcelona: En M. Álvarez y R. Bisquerra.

Trinidad. (2007). *La evaluación de los estudiantes en la Educación Superior*. valencia: Servei de Formació Permanent. Universitat d.

CAPÍTULO 2

COMPETÊNCIAS MÍNIMAS DE ESTUDANTES DE MEDICINA PARA OBTENÇÃO DE VIAS AÉREAS DEFINITIVA EM DIFERENTES SEMESTRES DO CURSO

Data de submissão: 10/09/2021

Data de aceite: 29/09/2021

Kenya de Sales Flamino

Médica Especialista

Pós-graduanda do Curso de

Mestrado de Ensino em Saúde

Educação Médica – CESUPA

Rua dos Pariquis, 3001 – Cremação

CEP: 66040045

Belém, PA – Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5908333248552863>

Milena Coelho Fernandes Caldato

Profa. Dra. Orientadora do

Mestrado de Ensino em Saúde

Educação médica - CESUPA

Profa. do Mestrado

Ensino em Saúde - UEPA

Curso de Medicina CESUPA e

Curso de Medicina UEPA

<http://lattes.cnpq.br/9477878606835309>

RESUMO: Estudantes de medicina ao se formarem devem ser capazes de abordar a via aérea de um paciente. A intubação orotraqueal é o método mais eficaz para isso, porém, é uma habilidade complexa que exige prática e domínio clínico, sendo que a capacidade de executar uma intubação bem

sucedida é perdida rapidamente ao longo do tempo, por isso a importância da educação continuada ao longo do exercício médico. A simulação de alta fidelidade como técnica de aprendizado tem sido empregada no ensino médico desta competência, por fornecer um ambiente de aprendizagem seguro, através da aprendizagem experiencial e prática deliberada. O objetivo geral do presente trabalho foi identificar as competências na obtenção e manutenção de vias aéreas definitiva em diferentes níveis de aprendizado em alunos do curso de Medicina do CESUPA. Método: Trata-se de uma pesquisa transversal, documental e analítica, realizada nos anos letivo de 2016 e 2017. Participaram 420 alunos do 8º ao 11º semestres do curso. Foram analisadas cinco competências, a partir dos checklist aplicados no OSCE: 1. Biossegurança (uso de EPI's) 2. Checar/ Testar o material 3. Execução da Técnica de IOT 4. Solicitação de Sedação 5. Sedação - drogas com dose. Resultados: O percentual de alunos que utilizou todos os EPIs variou de 68 a 81%. Quanto a checagem ou testagem dos materiais, alunos do 9º período obtiveram percentuais de acerto de aproximadamente 90% em cada item. Em relação a Solicitação de Sedação, alunos do 9º período obtiveram o menor percentual de acertos (62,39%). Alunos do 11º período apresentaram o maior percentual de acertos (93,26%) e os do 8º período tiveram um percentual de acertos superior aos alunos do 9º e 10º períodos. Quanto a utilização de

drogas sedativas, o índice médio de acertos dos alunos do 11º período, foi de 75%, a sequência de utilização das drogas foi a mesma encontra na literatura. Comparando a evolução dessas competências entre os alunos do 8º e 11º períodos, observou-se que não houve diferença quanto ao uso de EPI. Itens como “Checar/Testar o material”, “Execução da Técnica de IOT” e “Solicitação de Sedação” apresentaram significância estatística com melhora dessas competências. Mesmo com essa evolução, foi detectado que existe uma quebra na sequência de aprendizado dos alunos do 10º período. Portanto, sugere-se a introdução de laboratórios de simulação realística no 10º período acadêmico.

PALAVRAS CHAVE: Estudantes de medicina. Educação baseada em competências. Intubação.

MINIMUM COMPETENCES FOR MEDICINE STUDENTS TO OBTAIN DEFINITIVE AIRWAYS IN DIFFERENT SEMESTERS OF COURSE

ABSTRACT: Medicine students after graduation should be able to approach the airway of a patient. Orotracheal intubation is the most effective method for this, but it is a complex skill that requires clinical practice and mastery. Once that the ability of a successful intubation is lost quickly over time, the importance of continuing the education through medical practice is paramount. High fidelity simulation as a learning technique has been employed in medical teaching of this competence by providing a safe learning environment through experiential learning and deliberate practice. The general purpose of the present work was to identify the competences in the acquisition and assurance of definitive airways in different levels of learning of the students at the Medicine Course of CESUPA. Method: This is a cross-sectional, documentary and analytical research accomplished in the periods from 2016 to 2017. There were 420 students participating from the 8th to the 11th semesters of the course. Five competencies were analyzed from the checklists applied in the OSCE: 1. Biosafety (use of PPE) 2. Check / Test the material 3. Execution of the orotracheal intubation technique 4. Sedation request 5. Sedation - drugs and dose. Results: The percentage of students who used all the PPE ranged from 68% to 81%. As for the checking or testing of the materials, students from the 9th period obtained percentages of accuracy of approximately 90% in each item. In relation to the request for sedation, students in the 9th period had the lowest percentage of correct answers (62.39%). Students in the 11th period had the highest percentage of correct answers (93.26%) and the students from the 8th period had a percentage of correct answers higher than the students from the 9th and 10th periods. As for the use of sedative drugs, the mean number of correct answers from the students in the eleventh period was 75%, the sequence of the drugs used were the same found in the literature. Comparing the evolution of these competences among students from the 8th and 11th periods, it was observed that there was no difference in relation to the use of PPE. Items such as “Check / Test Material”, “Execution of Orotracheal Intubation Technique” and “Sedation Request” presented statistical significance with improvement of these competencies. Even with this evolution, it was detected that there is a break in the sequence of learning of the students from the 10th period. Therefore, we suggest the introduction of realistic simulation labs in the 10th academic period.

KEYWORDS: Medicine students. Skills-based education. Intubation.

1 INTRODUÇÃO

As emergências respiratórias são graves, exigindo que o médico ou estudante esteja preparado para atendê-las adequadamente¹. Em pacientes críticos a intubação orotraqueal (IOT) é considerada como um dos principais procedimentos potencialmente salvadores de vida. Sua principal indicação é em situações nas quais haja prejuízo na manutenção da permeabilidade das vias aéreas².

Sendo assim, a via aérea definitiva é um importante tema durante a graduação médica³. A técnica de intubação orotraqueal representa apenas um dos tipos de acesso à via aérea definitiva. Para compreender tal questão, necessitamos recorrer alguns assuntos que envolvem a formação médica, como educação médica, que no decorrer do século XX, a pedagogia abriu um leque de vertentes teóricas que nortearam o ensino médico^{4 5}. Na década de 60, em universidades da Holanda e do Canadá emergiu o modelo baseado em problemas *Problem-Based Learning (PBL)*. Propunha o fim de disciplinas ministradas a grandes turmas de estudantes e implantava as discussões de situações problema por pequenos grupos⁶.

Historicamente, fez-se presente a necessidade da problematização no ensino da profissão médica⁶. Como evolução desse ensino ocorreu a organização por competências (conhecimentos, habilidades e atitudes). Mais recentemente tem sido discutindo um novo modelo conceitual chamado “Atividades Profissionais Confiáveis” (*Entrustable Professional Activity - EPA*) representam uma adição importante ao quadro do treinamento médico moderno. A medição dessas atividades contribui para certificar a habilidade de um estagiário de cumprir os padrões de atendimento aceitos. A EPA-10 é importante porque exige que o estudante de medicina reconheça um paciente instável que exige cuidados emergentes. Avaliar a capacidade de um estudante de medicina para realizar atividades da EPA-10 é difícil no cenário clínico. A simulação de alta fidelidade oferece a oportunidade de treinar e avaliar estudantes de medicina em competências relacionadas à EPA-10^{7 8 9 10}.

Com isso, a Associação Brasileira de Educação Médica (ABEM), tornou claro o egresso do curso médico para que os alunos desenvolvam um conjunto de habilidades, competências e atitudes que o habilite para o atendimento aos doentes nos diferentes cenários da urgência e emergência^{11 12}.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) de 2014 traçaram melhores oportunidades para o ensino da Urgência/Emergência na graduação e residência médica, ressaltando a importância do internato com duração de pelo menos 35% do curso (dois anos), adicionando-se o mínimo de 30% de sua carga horária na Atenção Básica e em Serviço de Urgência e Emergência (devendo predominar a Atenção Básica).

Em 2015, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) apresentou a matriz de competências essenciais à formação e avaliação de desempenho de estudantes de medicina. Dentro do tópico Atenção Integral à Saúde da Pessoa, existem procedimentos médicos minimamente necessários ao bom desempenho profissional, tais como: realizar ventilação com unidade ventilatória e máscara facial; realizar intubação orotraqueal em situação de simulação e realizar a cricotiroidostomia¹³.

Levando-se em consideração o aumento da prevalência dos casos de Urgência e Emergência nos hospitais no mundo todo, ainda existem hospitais gerais com entradas de urgência/emergência desorganizadas na maioria dos estados e municípios. Outro ponto frágil é o fato da área não fixar o profissional para o desenvolvimento do plano de carreira, sendo assim o acesso acadêmico encontra-se limitado pela falta de um ambiente de pesquisa e de maiores interesses científicos. Mesmo assim, o médico recém-formado, dentro ou não de um programa de residência médica tem sua primeira oportunidade de emprego em regime de plantão na Unidade de Pronto Atendimento (UPA), pronto socorro, Unidade Básica de Saúde (UBS) e o Programa Saúde da Família (PSF)^{14 15}. A área que necessita de médicos experientes e preparados tem os mesmos afugentados pela identificação de maior risco ético-profissional e jurídico; pelo excesso de carga de trabalho; estresse pessoal e pouca valorização. Migrando assim para atividades dentro de especialidades médicas⁹.

O Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), foi pioneiro na implantação de um curso na graduação médica, de iniciativa privada de atenção à saúde necessária para compor e melhorar as deficiências regionais. Início suas atividades em fevereiro de 2007, com carga horária total de 7.456 horas, sendo 360 horas de atividades complementares e 3.060 no internato, realizado em regime semestral, no prazo mínimo de seis anos¹⁶.

Com base na matriz referida aprovada, tornam-se necessárias as aulas práticas, realizadas em laboratórios de habilidades. Nesses ambientes ocorrem treinamentos que constituem simulações da prática diária do profissional dentro da urgência e emergência,¹⁶ oportunizando ao aluno o contato com diversas situações em ambiente controlado, permitindo as repetições e favorecendo o aprendizado significativo mediante discussão dos temas e reflexão sobre a própria prática¹⁷.

A simulação tem se tornado uma ferramenta fundamental e apresenta-se como uma tentativa de reproduzir os aspectos essenciais de uma situação clínica para que, quando ocorra semelhante em um contexto clínico real, possa ser administrada com sucesso¹⁸. Proporcionando um ambiente de aprendizagem seguro e propício, por meio da aprendizagem experiencial, permitindo que os alunos aprendam habilidades clínicas através da prática deliberada. Sendo que essas habilidades são checadas através de

um instrumento de avaliação chamado Modelo Exame Clínico Objetivo Estruturado (OSCE). O OSCE é uma avaliação de desempenho e está preocupada com o que os alunos podem fazer e não com o que sabem. No exame, é observado o que o aluno faz, quando confrontado com um paciente ou uma situação¹⁹. O OSCE contém 10 estações para avaliar habilidades clínicas, cada estação é executada em 5 minutos. Após esse processo os docentes possuem o *checklist* finalizado¹⁶.

Nos últimos anos da graduação em medicina, observa-se que o estudante consolida o processo de conquista da autoestima em relação a sua responsabilidade no atendimento ao paciente. Nesse ambiente, a abordagem das vias aéreas é uma das mais importantes habilidades a serem adquiridas dentre as competências mínimas necessárias no curso^{20 21}.

Esse atendimento de identificação e acesso às vias aéreas envolve assistência prática e cuidados ao doente, necessita de resposta imediata para efetuar um procedimento, constituindo um cenário importante na formação acadêmica. Observar a atuação do aluno frente a esses degraus que envolvem acessos não invasivos e invasivos das vias aéreas não representa somente a posse de conhecimentos que irão avaliar as competências, mas, a utilização desses conhecimentos frente a situações que fogem à norma¹³.

Discernir as implicações que abrangem as competências e habilidades desenvolvidas pelo aluno durante o curso da graduação sobre a obtenção da via aérea definitiva, enfocando as IOT, encontra-se aqui a importância do presente estudo. Assim, o presente estudo servirá de base para que essas competências de abordagens de vias aéreas sejam focadas em técnica e tenham sua real importância na trajetória acadêmica desses alunos, tornando-os mais seguros e aptos ao mercado de trabalho. Este estudo teve como objetivo geral: Identificar competências na obtenção e manutenção de vias aéreas definitiva, em diferentes níveis de aprendizado em alunos do Curso de Medicina do CESUPA. E como objetivos específicos: 1. descrever o nível de execução das competências na obtenção de vias aéreas, em relação ao uso de EPI, checagem de material e técnica de intubação orotraqueal; 2. verificar a capacidade de escolha correta de drogas e posologia na sedação do paciente para a obtenção de vias aéreas; 3. comparar o percentual de acertos em relação às competências estudadas nos alunos do início e do término do internato.

2 METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa do tipo transversal, documental e analítica, realizada nos anos letivo de 2016 e 2017 no Curso de Medicina do Centro Universitário do Estado do Pará - CESUPA. O protocolo de pesquisa foi aprovado em seus aspectos éticos pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do CESUPA, sob número

do parecer: 1.794.353 respeitando a Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Com base em trabalhos anteriormente vistos² a Validação do Protocolo de pesquisa foi feita por profissionais anesthesiologistas experientes que atuam na área de ensino e pesquisa. As variáveis relacionadas às competências de IOT destacadas como fundamentais, foram retiradas do *checklist* criado pelos docentes do CESUPA e aplicados durante o OSCE. Outras variáveis encontradas por meio do *checklist* foram descartadas por não serem relevantes aos objetivos da pesquisa.

Participaram da pesquisa, alunos regularmente matriculados no Curso de Medicina que realizaram o OSCE nesses semestres, no total de 420 alunos. Não foram coletadas na pesquisa as avaliações referentes à execução da Técnica de IOT realizadas no 1° primeiro semestre do 8° período, pois Técnica de IOT não constou no *checklist* do OSCE. O estudo constou de duas fases:

A fase 1 - análise documental a partir do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Medicina do CESUPA e confirmação da efetiva aplicabilidade do mesmo com os docentes. Na figura 1 é possível observar a utilização da simulação realística no 8° e 11° períodos para obtenção da competência na realização da Técnica de IOT, sendo que no 9° e 10° períodos os alunos estão em campo acompanhados por docentes preceptores estando sujeitos a demanda livre desse evento.

Figura 1 – Conteúdo programático de acordo com o período.

Semestre	Conteúdo	Ambiente
8° período	Diagnóstico, material e técnica	Ambiente simulado
9° período	Clínica médica e Clínica cirúrgica	Ambiente real – demanda espontânea
10° período	Pediatria e Ginecologia e Obstetrícia	Ambiente real – demanda espontânea
11° período	Urgência e Emergência - Diagnóstico, material, técnica e drogas	Ambiente real e simulado

Fonte: CESUPA, 2016.

A fase 2 - análise dos dados coletados de avaliações realizadas em 2016, através do exame semestral totalmente prático, intitulado OSCE. Foram utilizadas as planilhas de avaliação das estações correspondentes as competências na obtenção de vias aéreas 8°, 9°, 10° e 11° períodos. Ressalta-se que no 8° período foram utilizados apenas os alunos do 2° semestre, pois o *checklist* do 1° semestre não contemplou a Técnica de IOT.

As variáveis estudadas foram analisadas por meio das competências consideradas relevantes: 1. Uso de EPI: máscara, gorro, luva, óculos. 2. Checar/Testar o material: cânula de Guedel, máscara/ambú, laringoscópio/lâmina; sonda de IOT/teste

de Cuff, fio guia/lastro. 3. Técnica de IOT: mão esquerda segurando o laringoscópio/introduz o laringoscópio pelo lado direito da boca; não realizou movimento de alavanca/báscula; posição correta do tubo orotraqueal - TOT (não seletivo); insuflou o Cuff com volume adequado (5ML); retirou fio guia de dentro do TOT (quando esse foi utilizado). De acordo com a realização dos itens foram classificados com os seguintes percentuais de execução: 0% - 20% - não execução/execução de somente um dos itens; 40-80% - execução de dois/três/quatro itens e 100% - execução dos cinco itens. Ressalta-se que em relação aos itens das variáveis Checar/Testar o material e Técnicas de IOT, considerou-se SIM (100%) para os estudantes que executaram os 5 itens dessas variáveis e NÃO para os que realizaram 4, 3, 2, 1 ou nenhum (0) dos itens. 4 Sedação, Analgesia e Bloqueador Neuromuscular - durante o 8º, 9º e 10º períodos foram avaliados se o aluno solicitou sedação ou não, e no 11º período foi acrescentado a escolha e a posologia das drogas para sedação.

Para análise estatística foram utilizadas as técnicas estatísticas, Descritiva e Inferencial. Na análise descritiva, os dados foram organizados na forma de tabelas contendo valores absolutos e relativos das variáveis analisadas, todos aplicados ao nível de significância $\alpha = 0,05$.

3 RESULTADOS

A população de estudo foi composta por 420 alunos regularmente matriculados no Curso de Medicina do CESUPA no ano de 2016, no 8º, 9º, 10º e 11º períodos e que realizaram o OSCE.

A primeira variável estudada foi o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's). (Tabela 1).

Tabela 1- Utilização de Equipamentos de Proteção Individual classificados por semestre do curso e por número utilizado.

Período		Número de EPI's utilizados			Total
		Nenhum/Um	Dois/Três	Todos	
8º Período	N	14*	22	79	115
	%	12,17	19,13	68,70	27,38
9º Período	N	2	33	74	109
	%	1,83	30,28	67,89	25,95
10º Período	N	0	26	81	107
	%	0,00	24,30	75,70	25,48
11º Período	N	5	12	72	89
	%	5,62	13,48	80,90	21,19
Total	N	21	93	306	420
	%	5,00	22,14	72,86	100,00

Nota: * $p < 0,05$ (Teste G de Independência; $p < 0,0001$).

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando cada item separadamente da variável “Checar/Testar o material”, observou-se apenas significância estatística em relação à Cânula de Guedel no 10º período (46,73%), os demais itens não apresentaram significância estatística. (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparação entre os períodos em relação a Checar/Testar o material por item.

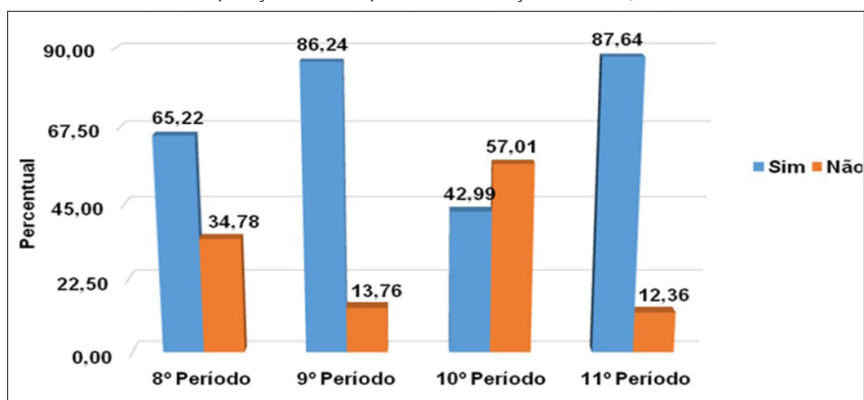
Item		Períodos				p-valor ¹
		8º Período (n = 115)	9º Período (n = 109)	10º Período (n = 107)	11º Período (n = 89)	
Cânula de Guedel	N	101	101	50*	77	p < 0,0001*
	%	87,83	92,66	46,73	86,52	
Máscara/Ambú	N	98	101	100	77	0,2458
	%	85,22	92,66	93,46	86,52	
Laringoscópio/Lâmina	N	105	99	97	84	0,4864
	%	91,30	90,83	90,65	94,38	
Sonda de IOT/Teste de CUFF	N	95	96	98	84	0,7354
	%	82,61	88,07	91,59	94,38	
Fio Guia/Lastro	N	86	96	87	78	0,5985
	%	74,78	88,07	81,31	87,64	

Nota: *p < 0,05; ¹Teste Qui-quadrado de Aderência.

Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico 1 representa o resultado obtido na variável “Checar/Testar o material”. Foi considerada nessa análise como SIM, quando o aluno checkou completamente o material e NÃO quando um ou todos os itens não foram executados. Observou-se que no 10º período houve menor percentual de estudante (42,99%) que checkou ou testou o material, em relação aos outros períodos.

Gráfico 1 - Comparação entre os períodos em relação a Checar/Testar o material.



Nota: *p < 0,05 (Teste Qui-quadrado; p < 0,0001).

Fonte: Dados da pesquisa.

A tabela 3, descreve a execução da Técnica de Intubação Orotraqueal (IOT).

Tabela 3- Comparação entre os períodos em relação a execução da Técnica Intubação Orotraqueal (IOT) por item.

Item		Períodos				p-valor ¹
		8º Período (n = 62)	9º Período (n = 109)	10º Período (n = 107)	11º Período (n = 89)	
Mão esquerda segurando laringoscópio/Introduz o laringoscópio pelo lado direito da boca	N	54	103	99	67*	p < 0,0001
	%	87,10	94,50	92,52	75,28	
Não realizou movimento de alavanca/Báscula	N	53*	101	98	84	0,0006
	%	85,48	92,66	91,59	94,38	
Posição correta do TOT (Não seletivo)	N	47*	99	96	78	p < 0,0001
	%	75,81	90,83	89,72	87,64	
Insufiou o CUFF com o volume adequado	N	49*	102	94	77	0,0001
	%	79,03	93,58	87,85	86,52	
Retirou fio guia de dentro do TOT (Quando esse foi utilizado)	N	43*	102	98	72	p < 0,0001
	%	69,35	93,58	91,59	80,90	

Nota: *Teste Qui-quadrado de Aderência. Nota: *2- amostra do 8º período nesse quesito está reduzida devidos ser composta apenas por alunos do segundo semestre.

Fonte: Dados da pesquisa.

A tabela 4 e o gráfico 2 apresentam a execução da Técnica de IOT classificada em percentual de execução da mesma (Tabela 4) e percentual de execução efetiva ou não da técnica (Gráfico 2). Observou-se que no 8º período houve menor percentual de estudantes que realizou totalmente a técnica (54,84%). No gráfico 2, é demonstrado significância estatística entre o grupo de alunos do 8º período em comparação com os outros períodos.

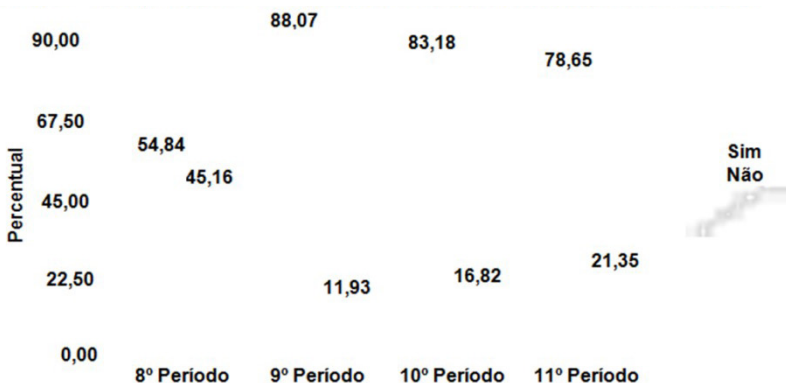
Tabela 4- Comparação entre os períodos em relação ao percentual de execução da Técnica IOT.

Períodos		Percentual de execução			Total
		0 a 20%	40 a 80%	100%	
8º Período ¹	N	7	21	34*	62
	%	11,29	33,87	54,84	16,89
9º Período	N	6	7	96	109
	%	5,50	6,42	88,08	29,70
10º Período	N	8	10	89	107
	%	7,48	9,35	83,18	29,16
11º Período	N	5	14	70	89
	%	5,62	15,73	78,65	24,25
Total	N	26	52	289	367
	%	7,08	14,17	78,75	100,00

Nota: *p < 0,05 (Teste Qui-quadrado de independência; p < 0,0001), ¹Dados apenas do 2º semestre.

Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 2 - Comparação entre os períodos em relação à execução da Técnica IOT.

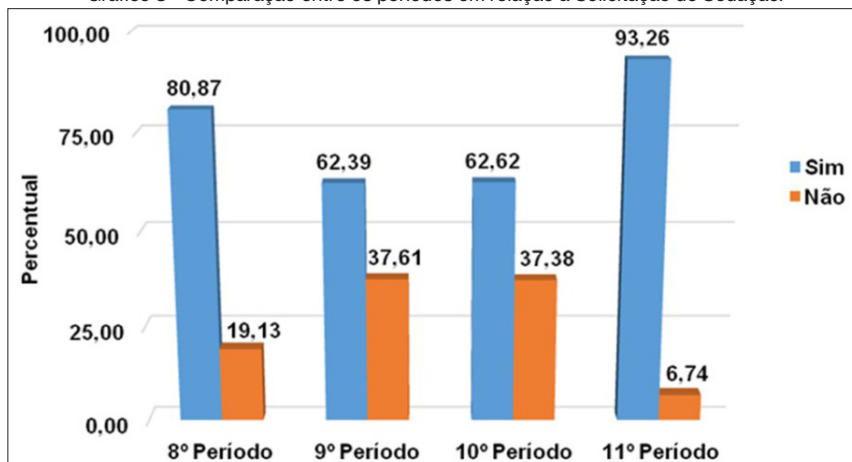


Nota: *p < 0,05 (Teste Qui-quadrado de independência; p < 0,0001).

Fonte: Dados da pesquisa.

A competência “Solicitação de Sedação” é apresentada no gráfico 3. Notou-se que houveram diferenças estatisticamente significantes. O que pode ser explicado pelo menor percentual de alunos que não solicitaram a sedação no 11º período (6,74%).

Gráfico 3 - Comparação entre os períodos em relação à Solicitação de Sedação.



Nota: *p < 0,05 (Teste Qui-quadrado de independência; p < 0,0001).

Fonte: Dados da pesquisa.

A competência “Droga e Posologia para realização da sedação” é treinada e esperada ao final do 11 período do curso. Dessa forma, para sua análise, foram incluídos somente alunos desse período do curso, que no atual estudo totalizaram 89 alunos. (Tabela 5). Finalizando, a tabela 6 busca comparar os alunos antes do seu ingresso ao Internato Médico e alunos que entrarão no último semestre.

Tabela 5- Análise da utilização da Sedação, Analgesia e Bloqueador Neuromuscular - 11º período do curso.

Drogas	Utilização (n = 89)				p-valor ¹
	Não	%	Sim	%	
Analgesia Opióide: FENTANIL - Dose 70 a 140mg	13	14,61	76	85,39	p < 0,0001*
Sedação: Benzodiazepínico: Midazolam - Dose 2 a 20mg	10	11,24	79	88,76	p < 0,0001*
Bloqueador Neuromuscular: Succinilcolina (Quelicin) - Dose: 70mg	43	48,31	46	51,69	0,8321
Média	66	24,72	201	75,28	--

Nota: *p < 0,05; ¹Teste Qui-quadrado de Aderência.

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 6- Comparação entre o 8º e 11º Período em relação ao número de EPI's utilizados, Checar/Testar material, execução da Técnica de IOT e Solicitação de Sedação.

Variáveis	Períodos				p-valor ¹
	8º Período (n = 115)	%	11º Período (n = 89)	%	
Utilização de todos os EPI'S					
Sim	79	68,70	72	80,90	0,0703
Não	36	31,30	17	19,10	
Checar/Testar material					
Sim	75	65,22	78	87,64	0,0005
Não	40	34,78	11*	12,36	
Execução da Técnica IOT					
	(n = 62) ²		(n = 89)		
Sim	34	54,84	70	78,65	0,0034
Não	28	45,16	19*	21,35	
Solicitação de Sedação					
Sim	93	80,87	83	93,26	0,0190
Não	22	19,13	6*	6,74	

Nota: *p < 0,05; ¹Teste Qui-quadrado de independência; ²Dados apenas dos alunos 2º Semestre.

Fonte: Dados da pesquisa.

4 DISCUSSÃO

Os médicos devem ser capazes de abordar a via aérea de um paciente²². A intubação orotraqueal é o método mais eficaz para isso, porém, é uma habilidade complexa que exige muita prática e domínio das habilidades clínicas. Conhecimentos sobre anatomia, condição ideal para laringoscopia, melhor posicionamento do paciente e a técnica da intubação endotraqueal deve ser rotineiro ao clínico²³. Benumof descreveu que a adequada tentativa de intubação deveria apresentar seis componentes: ser realizada por médico com razoável experiência, ter o paciente com relaxamento da musculatura,

posicionamento ótimo para laringoscopia, manipulação da laringe externamente e lâmina do laringoscópio apropriada²³. Além disso, a capacidade de intubação com sucesso é perdida rapidamente ao longo do tempo por isso a importância da educação continuada ao longo do exercício médico²⁴.

A simulação de alta fidelidade como técnica de aprendizado tem sido empregada no ensino médico desta competência, por fornecer um ambiente de aprendizagem seguro, encorajando o desenvolvimento de habilidades através da aprendizagem experiencial e prática deliberada, consolidando um método para reforçar os principais pontos de ensino que foram enfatizados nos casos de metodologias ativas. Foi estimado na literatura educacional que a participação em um exercício simulado em que os alunos praticam o que aprendem pode resultar em retenção de até 75%, em comparação com a retenção de 20% dos que ouviram palestra e 50% dos que participaram de discussão²⁵. Uma grande variedade de situações clínicas pode ser simulada realisticamente, usando vários métodos, que incluem manequins. Atualmente, existem vários modelos de manequins para o gerenciamento de via aérea e treinamento de habilidades psicomotoras²⁶.

Por ser uma atividade que envolve outras múltiplas competências, a obtenção e manutenção de vias aéreas¹⁰ foi avaliada nesse trabalho separadamente, por habilidade executada: biossegurança, checagem e testagem do material, técnica propriamente dita de intubação orotraqueal, solicitação de sedação e prescrição da sedação.

No atual estudo, 73% dos alunos utilizaram todos os 4 EPI's. Atentou-se que no 8º período 12,17% dos alunos não utilizaram nenhum EPI. Encontrou-se um crescimento na utilização de EPI's no decorrer dos períodos, sendo que no 11º período 91% dos alunos utilizaram todos os EPI's. É importante chamar atenção entretanto, que ainda 5,62% dos alunos do 11º período utilizaram um ou nenhum EPI. No 10º período, nenhum aluno utilizou um ou nenhum EPI e obtiveram porcentagem 75,7% de alunos que utilizaram todos os EPI's (Tabela 1). Em um estudo desenvolvido por Andresen et al.²⁷ com 30 internos do 6º ano da *La Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile* nenhum dos alunos utilizou EPI, em ambiente simulado. Os alunos do presente estudo obtiveram um percentual de acerto melhor que o encontrado na literatura. Esses dados sugerem que houve uma maior preocupação dos alunos no presente estudo com a biossegurança, do que os achados na literatura. Tallo et al.²³ ressaltam a importância do uso do EPI, testar o material para IOT: laringoscópio, tubo endotraqueal, conjunto de máscara facial e reservatório, cânulas orofaríngeas (Guedel), material para fixação do tubo, seringa para insuflação do balonete, fio guia, além de medicação aspirada devem estar disponíveis, conforme realizado na tabela 2. Onde atestou-se que os alunos do 10º período obtiveram

menor percentual de Checar/Testar a Cânula de Guedel (46,73%) e maior percentual Checar/Testar Máscara/Ambú (93,46%). Nos itens Checar/Testar: Máscara/Ambú (85,22%), Sonda de IOT/Teste Cuff (82,61%) e Fio Guia/Lastro (74,78%), os alunos do 8º período foram os que tiveram os piores percentuais de acertos. Os alunos do 9º período tiveram maior percentual nos itens Checar/Testar: Cânula de Guedel (92,66%) e Fio Guia/Lastro (88,07%). Os alunos do 11º período obtiveram maior percentual de acertos nos itens Checar/Testar: Laringoscópio/Lâmina e Sonda de IOT/Teste de Cuff (94,38%). Por serem variáveis de diferentes competências, evidenciou-se percentuais entre os itens encontrados de forma aleatória dentro dos períodos. O maior número de acerto do item “Checar e Testar o material” foi dos alunos do 11º período (87,64%), seguido dos alunos do 9º período (86,24%). Dentre os alunos do 10º período, menos da metade realizou o teste do material (42,99%), o que sugere uma perda de continuidade dessa habilidade ao longo do internato. Pode-se supor que nesse semestre os alunos estavam cursando internato de Pediatria e de Ginecologia-Obstetrícia, então sofreram uma menor exposição de situações nas quais seja necessário a utilização da intubação e assim não conseguiram lembrar da checagem correta dos materiais, pois não os utilizaram rotineiramente. Apesar desse percentual não ser o desejado, alunos desse estudo ainda estão melhores que os encontrados por Andresen et al.²⁷. Na sua pesquisa, 30 alunos do sexto ano do internato do curso de Medicina em ambiente simulado, realizaram intubação traqueal em manequim de alta fidelidade, somente 5,8% dos participantes checaram o equipamento instrumental antes da intubação.

A execução correta da Técnica de IOT é realizada com a mão esquerda segurando o cabo do laringoscópio e a mão direita podendo se elevar e inclinar a cabeça do paciente. O objetivo da laringoscopia é facilitar a intubação orotraqueal sob visão direta. O posicionamento e as manobras junto da língua e da epiglote do paciente são cruciais para laringoscopia bem sucedida. A lâmina do laringoscópio é posteriormente, inserida do lado direito da boca em direção a linha média para deslocar a língua para a esquerda. A extremidade da lamina é utilizada para mover a epiglote e permitir a visão da glote²³. No presente estudo, os alunos do 8º período foram os que apresentaram menor percentual de execução dos seguintes itens: evitar o movimento de alavanca (85,48%), colocação correta do tubo (75,81%), insuflação do Cuff (79,03%) e retirada do fio-guia (69,35%), todos com significância estatística. Alunos do 9º período demonstraram uma grande regularidade de execução da técnica, tendo obtido percentuais de acerto de aproximadamente 90% em cada item. Notou-se significância estatística de 75% dos alunos do 11º período em relação ao primeiro item da técnica de execução. Existe a possibilidade dos alunos do 8º período

terem aprendido a Técnica de IOT em laboratórios de simulação, posteriormente no 9º período vivenciaram situações de urgência em plantões de Clínica Cirúrgica, fato que pode ter sido importante na fixação dessa competência.

Ti et al.²⁴ desenvolveram uma pesquisa com 36 alunos divididos em dois grupos, o aprendizado dirigido e o aprendizado experiencial. 78% dos estudantes do grupo aprendizagem experiencial intubaram com sucesso o manequim, em comparação com 41% dos que estavam no grupo de aprendizagem dirigida. A intubação é uma habilidade difícil de ensinar e reter. Estima-se que, para alcançar uma taxa de sucesso de 90%, uma média de 47 tentativas é exigida. Além disso, a capacidade de intubação com sucesso é perdida rapidamente ao longo do tempo. Em um estudo prospectivo de 6 meses desenvolvido por Weskler et al.²⁸ com estudantes do 5º ano de Medicina nos Estados Unidos, revelou que apenas 62,9% dos estudantes retiveram a habilidade de intubação endotraqueal após 6 meses. No estudo do Ti et al.²⁴ os alunos que foram ensinados a usar o método experiencial tiveram uma taxa de retenção de 78% após 3 meses. A principal diferença entre os grupos foi que os estudantes do grupo experiencial foram mais propensos a entubar com sucesso, confirmar o posicionamento do tubo corretamente e manter a habilidade de intubação endotraqueal com este método de aprendizagem²⁴.

Yamanaka et al.² desenvolveram um estudo através de questionário, com 85 médicos de diferentes especialidades que trabalhavam em UTI. Entre médicos já graduados, a taxa de realização de ausculta pulmonar para verificar a posição correta do tubo variou de 30% a 46%, demonstrando que mesmo entre médicos no exercício profissional, o procedimento não é adequadamente realizado. Interressante ressaltar, que entre estudantes de Medicina, Andresen et al.²⁷ detectaram que mais que 64% o fizeram. Nesse estudo, o melhor percentual de execução (90,83%) foi no 9º período, dados superiores aos encontrados na literatura.

A estabilidade da pressão do balonete tem como objetivo principal prevenir a aspiração das secreções colonizadas das vias aéreas superiores e lesões das mucosas na traqueia. Assim, recomenda-se pressões de manguito na faixa de 20 a 30 cmH₂O. Essa pressão depende de vários fatores, como: comprimento da traqueia, volume do balonete (Cuff) e temperatura corpórea. Como esses fatores variam continuamente, essa pressão deve ser monitorada com frequência²⁹. Nos resultados do item da sequência de execução do IOT (insufiou o Cuff com o volume adequado) como era esperado, os alunos do 8º período tiveram menor proporção de realização (79,03%), apresentando assim significância estatística. Em comparação aos alunos do 9º período (93,58%) realizaram em maior proporção comparado com os demais alunos dos outros períodos. No estudo

entre médicos, realizado por Yamanaka et al.², foi detectada uma taxa bem inferior, que variou de 4,5 a 25% que realizaram o procedimento de insuflação do Cuff.

O uso da técnica do fio guia como dispositivo para introduzir na traqueia os tubos endotraqueais, utilizando a manobra de dobrar o conjunto fio-guia e tubo endotraqueal em ângulo menor que 35°, está descrita na literatura como um método que pode facilitar a intubação orotraqueal. É importante, quando da execução deste procedimento, manter a orientação anterior da extremidade distal do introdutor para minimizar o risco de perfuração posterior da traqueia. Deve-se alcançar até a marca de 25 cm na altura dos lábios do paciente adulto. Há relatos de caso de falhas na técnica de intubação utilizando os introdutores; entretanto, é elevada a taxa de sucesso com a técnica. Em estudo prospectivo, verificou-se alta taxa de sucesso de IOT utilizando o fio guia (99,5%) sendo que a maioria das intubações foram efetuadas na primeira tentativa²³.

Nos resultados encontrados nesta pesquisa, que abordaram a retirada do fio guia de dentro do TOT quando este foi utilizado, demonstrou-se que os alunos do 8º período com 69,35% tiveram menor proporção de realização, apresentando assim significância estatística. Em comparação aos alunos do 9º período que realizaram em maior proporção (93,58%).

Analisando dados da tabela 4 e do gráfico 2 onde se avaliou a execução da Técnica de IOT, foi detectado o percentual de acertos de 54,84% no 8º período. Em contrapartida, os discentes do 9º período obtiveram maior percentual de acertos (88,08%) na realização completa da técnica. Os alunos do 11º período obtiveram 78,65% de execução, menor que o valor encontrado no 10º período (83,18%). Reed³⁰ conduziu uma revisão, observando os primeiros 100 procedimentos de intubação realizados ou supervisionados exclusivamente por um estagiário de medicina de emergência, ao longo do período de 5 anos. O procedimento de intubação foi bem-sucedido pelo autor em 94 ocasiões, 91 deles na primeira tentativa e 3 em uma segunda tentativa. Ocorreram 8 complicações. Esse estudo sugere que, à medida que um estagiário ganha experiência na realização de procedimentos de intubação, a natureza das complicações foi diferente. As complicações iniciais envolveram o deslocamento do tubo, enquanto as complicações posteriores envolveram a não obtenção de uma visão adequada. As vias aéreas verdadeiramente difíceis não são comuns e podem não ser experimentadas até muito mais tarde na carreira de um estagiário. Informações coletadas em 31 departamentos de emergências durante 58 meses, foram inseridas no banco de dados do *National Emergency Airway Registry* demonstraram uma taxa de sucesso de intubação de 83% nos residentes. Observou-se melhora de 72% nos residentes de pós-graduação do 1º ano

para 93% em residentes de pós-graduação do 4º ano em diante. À medida que o aluno ganha experiência na realização de procedimentos de intubação, a taxa de complicações parece melhorar após cerca de 30 procedimentos³¹. Nesse estudo o maior percentual de acerto da Técnica IOT foi de 88,08% dos alunos do 9º período da graduação médica, foram melhores do que os resultados encontrados no estudo do Sagarin et al.³¹. Devido à escassez de dados na literatura, pode-se inferir que no percurso curricular do aluno do CESUPA, mesmo sem acesso ao laboratório de simulação passam a desenvolver atividades em hospitais, atendendo urgências em Clínica Cirúrgica, fato que pode explicar o maior percentual de execução completo da técnica no 9º período. No 10º período, os alunos também não tem acesso ao laboratório de simulação, porém cursam Ginecologia e Pediatria, o que provavelmente provoca a falta de demanda durante esses estágios e assim um percentual mais baixo em comparação com os alunos do 9º período. Diante do exposto, sugere-se que avalie a necessidade de incluir a passagem dos alunos do 10º período em laboratórios de simulações, fazendo assim, com que os alunos preencham esse intervalo de tempo treinando essas habilidades. Era esperado que o aluno do 11º período obtivesse maior percentual de acerto na Técnica de IOT, entretanto cabe lembrar que por ser uma competência que apresenta subdivisões, esses alunos que possuem mais experiência não se detêm aos detalhes da sequência da técnica. Outro fato que talvez tenha contribuído para o menor percentual de acerto da técnica dos alunos do 11º período, tenha sido o número insuficiente de vezes que essas habilidades foram treinadas em laboratório de simulação.

Fathil et al.³ acompanharam a intubação de 228 pacientes. 79,8% das IOT foram feitas com sucesso na primeira tentativa; 17,5% e 2,6% na segunda e terceira tentativa respectivamente. Dados que provêm de observações diretas dos conhecimentos e habilidades de 122 alunos através do OSCE com estudantes da Etiópia sinalizou 73% de sucesso nas habilidades de IOT, sendo que o currículo dessa instituição requer a realização de no mínimo duzentas intubações endotraqueais em locais de práticas clínica. Somente 57,4% dos graduandos relatam atender esse padrão³². No estudo de Komatsu et al., a intubação traqueal foi tentada em 679 pacientes, sendo 78% bem-sucedidas em até duas tentativas³³. Na pesquisa de Andresen et al., a intubação orotraqueal foi realizada por 64% dos alunos participantes do estudo, com até duas tentativas do operador²⁷. No estudo de Yamanaka et al. com médicos que trabalhavam em UTI, a taxa de sucesso da IOT variou de 38,6% a 68,2%, a depender da especialidade médica². Esses achados exemplificam as limitações existentes nesse processo de educação, pois a retenção da competência não foi completa.

Na comparação entre os períodos em relação a Solicitação de Sedação (Gráfico 3), os alunos do 9º período obtiveram o menor percentual de acertos (62,39%), mostrando uma quebra de evolução na aprendizagem dessa competência, já que tiveram melhor rendimento nos itens anteriores. Os alunos do 11º período apresentaram o maior percentual de acertos (93,26%). Os alunos do 8º período tiveram um percentual de acertos (80,87%) superior aos alunos do 9º (62,39%) e 10º (62,62%) períodos. Esse fato pode sugerir a necessidade em aumentar a frequência nas atividades de simulação ao longo do currículo do internato, não apenas no 11º período.

Em se tratando de utilização de sedação para a execução da intubação orotraqueal, diversos fatores são importantes. As condições ideais para a realização da IOT incluem: hipnose, analgesia e bloqueio neuromuscular, com a finalidade de inibir a resposta autônoma à laringoscopia. Com isso, justifica-se as drogas de eleição para esse estudo. Na tabela 5, foram analisadas as drogas separadamente solicitadas e utilizadas pelos alunos do 11º período. Houve diferença significativa entre proporções de uso ou não das drogas (analgesia e sedação), e somente em relação ao bloqueio neuromuscular não foi observado diferença estatisticamente significativa. Assim, como no presente estudo, a sequência de utilização das drogas: Midazolam (88,76%), Fentanil (85,39%) e BNM (51,69%). Foi encontrado por Yamanka et al.² o Midazolam (61,2%) foi a droga de eleição, seguido do uso do Fentanil e BNM. No estudo de Andressen et al.²⁷ 29,4% dos participantes da pesquisa tinham conhecimento dos fármacos utilizados durante a intubação, incluindo doses e vias de administração. Corroborando Fathil et al.³ e Gehrke et al.³⁴ esclareceram que o Midazolam é o medicamento mais usado e frequentemente utilizado como droga única para IOT. Assim como na literatura, a pesquisa evidenciou praticamente os mesmos resultados na sequência de utilização das drogas.

A tabela 6 demonstra a comparação do percentual de acertos em relação as competências dos alunos do início e do término do internato, contemplando o terceiro objetivo específico do estudo. Observou-se que não houve diferença significativa quanto ao uso de EPI em relação aos dois períodos (8º e 11º), evidenciando que desde o início do internato os alunos sabiam da importância do uso do EPI, mantendo essa competência e aprimorando-a até o final do internato. Itens como “Checar/Testar o material”, “Execução da Técnica de IOT” e “Solicitação de Sedação” apresentaram significância estatística com melhora dessas competências em 12,36%, 21,35% e 6,74%, respectivamente, em referência aos alunos do 11º período que não executaram essas competências. Por ser a execução da Técnica de IOT o principal foco do estudo, conclui-se que os alunos do 11º período em comparação ao 8º período, evoluíram de

forma positiva, já que 21,35% dos 89 alunos não executaram a técnica em comparação aos 45,16% dos 62 alunos do 8º período.

5 CONCLUSÃO

No presente trabalho, avaliou-se as competências na obtenção e manutenção das vias aéreas, em diferentes períodos do Curso de Medicina do CESUPA. Os seguintes itens devem ser destacados: Os alunos do 11º período obtiveram maior percentual de acertos nas seguintes competências: utilização dos EPI's; Checar/Testar o material e Solicitação de Sedação; O maior índice de acertos na execução da Técnica de IOT foram dos alunos do 9º período; O índice médio de acertos da Solicitação de Drogas e Posologia dos alunos do 11º período, foi de 75%; Houve melhora significativa do índice de execução correta das competências estudadas em alunos do 11º período em comparação aos do 8º período.

Diante desses achados, pode-se inferir que as atividades de simulação no Curso de Medicina constituiu forma eficiente de aprendizado experiencial. Revisões curriculares periódicas, que acompanhem as necessidades específicas do curso são necessárias. É importante ainda se avaliar a necessidade de laboratórios de simulação, especialmente no 10º período, onde foi detectada a descontinuidade do crescimento na execução dessa competência. É possível, ainda, que as atividades de simulação no 11º período necessitem contemplar a IOT com maior frequência de execução, visando o melhor desempenho e retenção dessas habilidades por esses alunos.

REFERÊNCIAS

1. Flato UA, Guimarães HP. Educação baseada em simulação em medicina de urgência e emergência: a arte imita a vida. *Rev Bras Clin Med*. São Paulo, 2011 set-out; 9(5): 360-4.
2. Yamanaka CS, Góis AFT, Vieira PCB, Alves JCD, Oliveira LM et al. Intubação orotraqueal: avaliação do conhecimento médico e das práticas clínicas adotadas em unidades de terapia intensiva. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 2010 22(2), 103- 111. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-507X2010000200002>.
3. Fathil SM, Mohd. Mahdi SN, Che'Man Z, Hassan A, Ahmad Z, Ismail AK. A prospective study of tracheal intubation in an academic emergency department in Malaysia.
4. *International Journal of Emergency Medicine*. 2010; 3(4): 233-237. doi:10.1007/s12245-010-0201-0.
5. Flexner A. *The Flexner report on medical education in the United States and Canada*. Washington: Science & Health Publications; 1960.
6. Pagliosa FL; Da Ros MA. O relatório Flexner: para o bem e para o mal. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 2008; 32(4): 492-499. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-55022008000400012>.

7. Maia JA. Metodologias problematizadoras em currículos de graduação médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 2014, 38(4): 566-574. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-55022014000400018>.
8. Alagappan K.; Holliman CJ. History of the Development of International Emergency Medicine. *Emerg Med Clin North Am.*, 2005 Feb; 23(1): 1-10.
9. Pereira Júnior GA, Fraga GP, Arnaud F, Gula EA, Slullitel A, Garcia VL. O Ensino de Urgência e Emergência de acordo com as novas Diretrizes Curriculares Nacionais e a Lei do Mais Médicos. *Cadernos ABEM*, Rio de Janeiro, 2015 out., 11: 20-47.
10. Royal College of Physicians and Surgeons of Canada. Entrustable Professional Activity (EPA) Fast Facts. 2016. Available in: : <<http://www.royalcollege.ca>>.
11. Thompson LR, Leung CG, Green B, et al. Development of an Assessment for Entrustable Professional Activity (EPA) 10: Emergent Patient Management. *Western Journal of Emergency Medicine*. 2017; 18(1): 35-42. doi:10.5811/westjem.2016.10.31479.
12. Fraga GP, Pereira Júnior GA, Fontes CER. O ensino de urgência e emergência nos cursos de graduação de medicina: situação atual e recomendações para a matriz curricular. In: Lampert JB, Bicudo AM (Org.). 10 anos das Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação em Medicina. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Educação Médica, 2014. Cap. 3.
13. Sant'ana ERB.; Pereira ERS. Preceptoria Médica em Serviço de Emergência e Urgência Hospitalar na Perspectiva de Médicos. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 2016, 40(2), 204-215. <https://dx.doi.org/10.1590/1981-52712015v40n2e00542014>.
14. Gontijo ED, Alvim, C, Megale L, Melo JRC, Lima MECC. Matriz de competências essenciais para a formação e avaliação de desempenho de estudantes de medicina. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 2013, 37(4), 526-539. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-55022013000400008>.
15. Simões JC. O Internato Médico no Cenário de Ensino da Urgência e Emergência. 2012. Disponível em <<http://academiamedica.com.br>>. Acesso em: 12 dez. 2016.
16. Sociedade Brasileira de Clínica Médica. Urgência e Emergência no Brasil Exigem Constante Atualização do Profissional. 2015. Disponível em: <<http://www.sbcm.org.br>>. Acesso em: 12 dez. 2016.
17. Centro Universitário do Pará. Projeto Pedagógico do Curso de Medicina. Belém, 2016. 296p.
18. Fernandes CR, Falcão SNRV, Gomes JMA, Colares FB, Maior MMMS, Correa RV, Bessa OAAC. Ensino de emergências na graduação com participação ativa do estudante. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 2014, 38(2), 261-268.
19. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-55022014000200013>.
20. Abreu AG. et al. O uso da simulação realística como metodologia de ensino e aprendizagem para as equipes de enfermagem de um hospital infanto-juvenil: relato de experiência. *Revista Ciência & Saúde*, Porto Alegre, 2014-set./dez., 7(3): 162-6.
21. Harden RM. What is an OSCE? *Medical Teacher*, 1988, 10(1): 19-22.
22. Missaka H. A Prática Pedagógica dos Preceptores do Internato em Emergência e Medicina Intensiva de um Serviço Público Não Universitário. 2010. 66f. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) - Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

23. Oliveira NA, Alves LA. Ensino Médico, SUS e início da profissão: como se sente quem está se formando? *Rev. bras. educ. med.*, Rio de Janeiro, Jan./Mar.-2011, 35(1): 26-36.
24. Owen H, Plummer JL. Improving learning of a clinical skill: the first year's experience of teaching endotracheal intubation in a clinical simulation facility. *Med Educ.* 2002 Jul; 36(7): 635-42.
25. Tallo FS. et al. Intubação orotraqueal e a técnica da sequência rápida: uma revisão para o clínico. *Rev Bras Clin Med.* São Paulo, 2011 mai-jun; 9(3): 211-7.
26. TI Lian-Kah, Tan Gee-Mei, Khoo SGM, Chen Fun-Gee. The impact of experiential learning on NUS medical students: our experience with task trainers and human-patient simulation. *Ann Acad Med Singapore*; 2006, 35(9): 619-23.
27. Sperling JD, Clark S, Kang Y. Teaching medical students a clinical approach to altered mental status: simulation enhances traditional curriculum. *Med Educ Online.* 2013 Apr 3; 18: 1-8. doi: 10.3402/meo.v18i0.19775.
28. Yang JH, Kim YM, Chung HS, Cho J, Lee HM, Kang GH, Kim EC, Lim T, Cho YS. Comparison of four manikins and fresh frozen cadaver models for direct laryngoscopic orotracheal intubation training. *Emerg Med J.* 2010 Jan; 27(1): 13-6. doi: 10.1136/emj.2008.066456.
29. Andresen M, Riquelme A, Hasbún P, Díaz C, Montaña R, Regueira T. Evaluación de competencias de intubación traqueal mediante un escenario simulado en internos de medicina. *Revista médica de Chile*, 2011, 139(2), 165-170.
30. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872011000200004>
31. Weskler N, Tarnopolski A, Klein M, Schily M, Rozentsveig V, Shapira AR, et al. Insertion of the endotracheal tube, laryngeal mask airway and oesophageal-tracheal combitube. A 6- month comparative prospective study of acquisition and retention skills by medical students. *Eur J Anaesthesiol* 2005; 22: 337-40.
32. Annoni R, Almeida Junior, AE. Manômetros artesanais não medem com precisão a pressão de balão dos tubos endotraqueais. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 2015, 27(3), 228-234. Epub September 15, 2015. <https://dx.doi.org/10.5935/0103-507X.20150037>
33. Reed MJ. Intubation training in emergency medicine: a review of one trainee's first 100 procedures. *Emerg Med J.* 2007 Sep; 24(9): 654-6.
34. Sagarin MJ, Barton ED, Chng YM, Walls RM; National Emergency Airway Registry Investigators. Airway management by US and Canadian emergency medicine residents: a multicenter analysis of more than 6,000 endotracheal intubation attempts. *Ann Emerg Med.* 2005 Oct; 46(4): 328-36.
35. Kibwana S, Woldemariam D, Misganaw A, Teshome M, Akalu L, Kols A, Kim YM, Mengistu S, van Roomalen J, Stekelenburg J. Preparing the health workforce in Ethiopia: A Cross-sectional study of competence of anesthesia graduating students. *Educ Health* 2016; 29: 3-9.
36. Komatsu R, Kasuya Y, Yogo H, Sessler DI, Mascha E, Yang D, Ozaki M. Learning curves for bag-and-mask ventilation and orotracheal intubation: an application of the cumulative sum method. *Anesthesiology.* 2010 Jun; 112(6): 1525-31. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181d96779.
37. Gehrke L, Oliveira RP, Becker M, Friedman G. Diazepam ou midazolam para intubação orotraqueal na UTI ?. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 2015, 61(1), 30-34. Epub janeiro 00, 2015. <https://dx.doi.org/10.1590/1806-9282.61.01.030>.

CAPÍTULO 3

ESTRATEGIAS EVALUATIVAS EN USO PARA EL APRENDIZAJE MATEMÁTICO EN ESTUDIANTES DE SÉPTIMO Y OCTAVO AÑO BÁSICO¹

Data de submissão: 14/09/2021

Data de aceite: 30/09/2021

Francisca Macarena Cartes Matus

Universidad Andrés Bello

Departamento de Postgrados en Educación

Concepción, Región del BíoBío - Chile

<https://orcid.org/0000-0002-3123-717X>

Paulina Edith Cartes Gómez

Universidad Andrés Bello, Departamento de

Postgrados en Educación

Concepción, Región del BíoBío - Chile

<https://orcid.org/0000-0003-2240-5415>

RESUMEN: Los resultados obtenidos en Chile, en las Evaluaciones Nacionales e Internacionales Estandarizadas del área de Matemática nos ubican con un bajo rendimiento en todos los niveles educativos. Uno de los factores que influye dice relación con las estrategias de enseñanza y de evaluación que utilizan los docentes. Tras esto surge la interrogante asociada a los bajos resultados de aprendizaje obtenidos en una de las evaluaciones estandarizadas, como lo es el SIMCE, y su relación de consecuencia con las estrategias evaluativas que manejan los docentes que enseñan la asignatura

¹ Esta investigación nace durante la formación de postgrado para optar al grado de Magíster.

en los 7mos y 8vos del colegio Particular subvencionado Aníbal Esquivel Tapia de la comuna de Coronel. El objetivo es determinar la relación que existe entre los resultados de aprendizaje y el uso de variadas estrategias evaluativas, estimando que se encuentran directa y significativamente relacionadas. En esta investigación se utilizó una metodología transaccional, descriptiva - correlacional, está centrado en Profesores de Matemática y estudiantes de Sexto Año Básico de las dos últimas generaciones del Colegio. Se recopila la información a través de un cuestionario de preguntas cerradas (estudiantes), preguntas mixtas (docentes) y documentos oficiales tanto del Establecimiento como del Ministerio de Educación. Los resultados obtenidos permiten determinar que, si bien los docentes entienden que elementos componen una estrategia evaluativa, éstos no las aplican adecuadamente y lo más importante no cierra los procesos evaluativos, ya que el proceso de retroalimentación no es sistemático. Como consecuencia hay bajas en el logro de aprendizaje de los estudiantes, y aun cuando éstos manifiestan que las instancias de aprendizaje son adecuadas, que sus profesoras se dedican a la enseñanza y que hay espacios para el aprendizaje de todos, son inevitable los vacíos de contenido que dificulta enfrentar nuevos aprendizajes y de mayor dificultad en óptimas condiciones.

PALABRAS CLAVE: Estrategias evaluativas. Matemática. Retroalimentación. Aprendizaje.

ASSESSMENT STRATEGIES IN USE FOR MATHEMATICAL LEARNING IN SEVENTH AND EIGHTH BASIC STUDENTS

ABSTRACT: National and International standardized Mathematics test results set Chile under the expected level in all educational levels. Being teaching and evaluation strategies two of the key factors for these results. Low SIMCE (acronym in spanish for “Quality of Education Measurement System”) evaluation results opened questions about the correlation of the results with the evaluation strategies used by seventh and eighth grade teachers at Anibal Esquivel Tapia School located in Coronel. The objective was to determine the correlation between the learning objectives and the use of several evaluation strategies, estimating they are highly related. For this study, the Transactional methodology and the Descriptive Correlational design were used. It was focused in Mathematics teachers and two generations of sixth grade students. Close questions were used to gather information from students and mixed questions for teachers, as well as official documents of the school and from the Ministry of Education. The results of this study, demonstrate that although teachers know and understand elements of evaluation strategies, they do not apply them accurately, and most important, they do not close the evaluation processes, since the feedback process is not systematically implemented. As a consequence, students got low learning outcomes. Although students express that the learning process is adequate, that the teachers are devoted to teaching and that all students have the chance to participate in class, the learning gaps difficult to get new or improve learning experiences.

KEYWORDS: Evaluative strategies. Mathematics. Feedback. Learning.

1 INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la matemática como ciencia nos permite responder a muchas necesidades, por eso constantemente se pone a prueba el manejo de los estudiantes en esta área. El grupo en estudio es homogéneo en características, pero no es resultados de aprendizaje, según lo reflejado en los resultados SIMCE, por consiguiente, es necesario identificar cual o cuales son los factores que inciden en los bajos resultados.

1.1 OBJETO DE ESTUDIO

Relación entre las estrategias evaluativas (prácticas evaluativas) utilizadas por los Profesores de Matemática y los resultados de aprendizaje que logran sus estudiantes mientras cursaban el Sexto año Básico.

1.2 INTERROGANTE DE INVESTIGACIÓN

¿Existe relación entre los resultados de aprendizajes en la asignatura de Matemática que se observan en el SIMCE y las estrategias evaluativas que se utilizan en los últimos cursos del segundo Nivel del Ciclo Básico?

1.3 JUSTIFICACIÓN

En el establecimiento se ha discutido sobre cómo mejorar los resultados de aprendizaje, sin embargo, y pese a las intervenciones que se han aplicado, no se ha logrado el objetivo. En el campo educativo es fundamental ser reflexivos como práctica sostenida y durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que es necesario instalar prácticas que permitan a los agentes de la escuela poder hacerse conscientes, respondiendo a tiempo a las necesidades e imprevistos que se detectan, para poder asegurar eficiencia y eficacia en la experiencia de aprendizaje.

Los resultados de la evaluación docente confirman que el área de evaluación es una de las más débiles, identificando los ítems relacionados con evaluación, incluyendo en esto la interacción pedagógica (retroalimentación), con los puntajes más deficientes.

De aquí surge la necesidad de implementar estrategias que refuercen el proceso de enseñanza aprendizaje, sacando un doble provecho entendiendo que este proceso está al servicio del aprendizaje y por otra parte para regular el mismo.

Dichas estrategias deben ser variadas y bien efectuadas siendo acordes al grupo, en base a su estilo y ritmos de aprendizaje, ya que de lo contrario pueden influir negativamente en el logro de aprendizaje, sin olvidar que en su diseño deben mantener la validez instruccional y de contenido.

1.4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

En Chile se ha trabajado para que los Programas de Estudio le den gran cabida al enfoque de la enseñanza centrada en el estudiante. Así también, ha surgido la necesidad e interés por definir la evaluación, la que debe dar respuesta y ser coherente con una enseñanza basada en el aprendizaje o también llamado en competencias.

Resulta esencial entender la evaluación en su intención formativa, la que no es igual a medir o calificar, ni tan siquiera a corregir. Evaluar tampoco es clasificar, ni es examinar, ni aplicar test (Araujo, 2015).

Aun cuando se tiene claridad al respecto, la evaluación tiene que ver con actividades de calificar, medir, corregir, clasificar, certificar, examinar, pasar test, pero no se confunde con ellas. La presencia y demanda por la aplicación del SIMCE marca un estilo de evaluación sancionador y más próximo al conductismo y reproducción, en definitiva, promueve una evaluación desligada del aprendizaje.

Se espera que, en las instituciones educativas, y en general quienes trabajan o se desenvuelven en este ámbito, entiendan la evaluación como una actividad crítica de aprendizaje, porque es en este proceso donde realmente ponemos a prueba nuestras

capacidades y conocimientos, y así efectivamente detectar cuanto y cuál es nuestro conocimiento. El profesor aprende para conocer y para mejorar la práctica docente en su complejidad, y así colaborar en el aprendizaje del alumno conociendo las dificultades que tiene que superar, el modo de resolverlas y las estrategias que pone en funcionamiento.

El alumno aprende de y a partir de la propia evaluación y de la corrección, de la información contrastada que le ofrece el profesor, que debe ser siempre crítica y argumentada, pero nunca descalificadora ni penalizadora, ya que son estas últimas las que quitan valor y otorgan prejuicios por parte de los estudiantes (Córdoba, 2015).

Aprendemos de la evaluación cuando la convertimos en actividad de conocimiento, y en acto de aprendizaje al momento de la corrección. La evaluación debe ser clara para los estudiantes, los profesores y la institución, debe fomentar la construcción del aprendizaje del estudiante, haciéndole ver qué es lo que ya sabe y qué debe aprender o qué puede hacer, es decir, que debe entregar la información necesaria para retroalimentar el proceso de Enseñanza Aprendizaje.

La evaluación es un proceso complejo que puede desarrollarse desde diversas miradas y con diversos objetivos, por ejemplo, cuando la aplicamos desde la racionalidad técnica, la que se transforma en una acción estratégica, o cuando se desarrolla desde la racionalidad práctica, siendo esta una acción comunicativa (Alvárez, 2001).

1.5 PROPÓSITO DE INVESTIGACIÓN

La realidad del estudiantado chileno, en su gran mayoría, se ve afectado su aprendizaje por los factores que se mencionan, por esto es necesario buscar herramientas y realizar cambios en aspectos que podemos controlar. Esta investigación es relevante ya que aporta a la idea de fortalecer las estrategias evaluativas como una medida concreta que conlleve el aumento de los niveles de logro.

1.6 OBJETIVO

Determinar la relación que existe entre los resultados de aprendizaje en la asignatura de Matemática de los estudiantes de Séptimo y Octavo Año Básico del Colegio Aníbal Esquivel de Coronel y las estrategias evaluativas en uso por sus docentes.

1.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las estrategias evaluativas que utilizan los docentes de Séptimo y Octavo Año Básico en la asignatura de Matemática; Describir los resultados de aprendizaje que logran los estudiantes de Séptimo y Octavo Año Básico en la asignatura de Matemática.

1.8 HIPÓTESIS

Los resultados de aprendizaje están relacionados de manera significativa con el adecuado uso de estrategias evaluativas en la asignatura de Matemática.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 APRENDIZAJE ESCOLAR

En Chile, el Aprendizaje Escolar se encuentra regido y delimitado por las Bases Curriculares y los Programas de Estudio, que son entregados por el Ministerio de Educación, donde se plantean los Objetivos de Aprendizaje a lograr por los estudiantes en cada grado de enseñanza, con sus respectivos contenidos mínimos. A partir del aprendizaje escolar, se generó la investigación didáctica, la cual considera al profesor/alumno y la interacción de éstos en el aprendizaje, ignorando a las demás variables que pueden intervenir. Luego de ello, este enfoque se transforma tomando en este caso a tres interventores, obteniendo la concepción triádica: profesor/alumno/saber en un contexto constituido por el entorno escolar.

2.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los resultados de aprendizajes son lo que se expresa luego de un proceso educativo y evaluativo, considerándolos como los manifiestos referidos a la expectativa que se tienen del educando con respecto a lo que es capaz de lograr, comprender y/o sea capaz de expresar y exponer al término de un proceso de aprendizaje.

2.3 ESTRATEGIAS EVALUATIVAS

El proceso de enseñanza de la Matemática necesita de la utilización de distintas estrategias para el desarrollo de los ejes y sus contenidos, donde el profesor debe actuar como facilitador, es decir, de los procedimientos, técnicas y métodos, con el fin de que el estudiante resuelva distintas situaciones problemáticas. El docente debe generar y manejar diversas estrategias evaluativas, para evaluar con equidad a sus educandos, respondiendo a los diversos ritmos de aprendizajes y a las distintas maneras de aprender. La evaluación se debe realizar de manera continua, constituyendo el proceso de enseñanza y considerando tres instancias: evaluación diagnóstica, formativa y sumativa, para conocer al alumno, orientar permanentemente su aprendizaje y finalmente medir.

Hoy se pueden encontrar salas de clase con estrategias de aprendizajes muy innovadoras, sin embargo, continúan con un sistema de evaluación tradicional.

Biggs (1996) afirma que los procedimientos de evaluación son determinantes del aprendizaje de los estudiantes en mayor medida que lo son los objetivos del currículo y los métodos de enseñanza.

A partir de esto, se puede afirmar que es imperante la necesidad de manejar y aplicar diversas estrategias evaluativas, la cual se entenderá como la utilización de diferentes métodos, técnicas y procedimientos, para evaluar el aprendizaje obtenido o por obtener, por parte del educando. Es importante reflexionar previamente cada estrategia evaluativa, acerca de cómo será aplicada, modificándola si es necesario, diseñando la forma en que será implementada, presentarla con el grupo curso y respondiendo a la necesidad que se presenten los estudiantes, sin olvidar considerar el proceso de retroalimentación permanente para corregir y orientar a tiempo.

Díaz y Hernández (2006), exponen que las estrategias de evaluación se pueden definir como, la selección y combinación de métodos, técnicas y recursos que utilizará el profesor para valorar el aprendizaje de los estudiantes. Para el diseño de estas estrategias es necesario que el profesor tome en cuenta el objetivo de la evaluación y dirija las actividades evaluativas a la corroboración del logro de los aprendizajes y al desarrollo de habilidades o competencias de los alumnos.

2.4 INSTRUMENTOS EVALUATIVOS

Los instrumentos evaluativos que se pueden manejar, según la realidad de los individuos o procedimiento de enseñanza que se llevó a cabo, es tan variada que incluye a la evaluación de manera objetiva y subjetiva. De manera más específica, podemos hablar de que existen instrumentos de evaluación de naturaleza metacognitiva: diarios reflexivos, portafolio, mapas conceptuales, auto observación.

2.5 ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN EL ÁREA

Según las investigaciones, las estrategias evaluativas son determinadas tanto por los enfoques de pedagogía docente, su intencionalidad formativa, el tipo de información que desea recoger a partir de la selección de los instrumentos seleccionados. Los docentes deben tener conciencia del proceso educativo que ha llevado a cabo sin separar las situaciones de aprendizaje en su conjunto. Los docentes en estudio manifiestan tener una concepción de la evaluación como investigativa, sin embargo, todas las estrategias han sido evaluadas con una calificación.

Esta tendencia tradicionalista trae como consecuencia ver al profesor como único evaluador, se bloquea la cultura de evaluación formadora, para los estudiantes el examen e instrumentos son instrumentos por medio de los que solo se obtienen puntos (Güemez, 2009).

Según los estudios de la OECD y en su análisis respecto de lo que sucede en Chile muestran que, en el 2012 52% de los estudiantes chilenos tuvo un bajo rendimiento en matemática (media OCDE 23%); más de 130.000 estudiantes chilenos tuvieron un bajo rendimiento en matemática PISA 2012.

3 METODOLOGÍA

La siguiente investigación es de tipo no experimental de carácter descriptivo. Las variables en estudio corresponden a los resultados de aprendizaje y las estrategias evaluativas desarrolladas en los Sextos Años de la generación año 2013 y 2014. Se analiza la relación que existe entre los resultados de aprendizaje que logran los estudiantes en la asignatura de Matemática de los estudiantes de Séptimo y Octavo Año Básico del Colegio Aníbal Esquivel de Coronel y las estrategias evaluativas que utilizan por sus docentes. Dada que se busca establecer la relación entre estos dos aspectos, es que la investigación asume la característica de un diseño correlacional.

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los estudiantes perciben que los docentes demuestran un gran interés por fomentar en ellos la mirada positiva y significativa en la asignatura, lo que se aprende nos sirve a diario y es necesario que todos en nuestro entorno lo vean así. Además, se da espacio para aclarar todas las inquietudes, ya que esto será un apoyo para poder desarrollar correctamente diversas actividades. Por otra parte, visualizan que en general se dan instancias para poder aclarar dudas entre pares para poder resolver diversas situaciones.

En general, los docentes aplican diversas estrategias para lograr mantener la motivación de los estudiantes frente al trabajo en la asignatura de Matemática, evitando comentarios o situaciones que lo alejen del interés de aprender. Los resultados obtenidos a partir del cuestionario de estructura de metas de la clase de matemática, contestado por los estudiantes, evidencian la visión positiva de estos hacia el trabajo pedagógico de sus docentes de Matemática.

5 ESTRATEGIAS EVALUATIVAS UTILIZADAS POR LOS DOCENTES

Las estrategias evaluativas para ser consideradas variadas y pertinentes deben responder y/o permitir un/a: Evaluación continua, monitoreo de logros y errores, comunicación, función motivadora, aprendizajes independientes, apertura y tener relevancia y coherencia.

En general los docentes manifiestan tener claro que utilizar variadas estrategias es fundamental para el logro de aprendizajes y saben que los elementos a considerar son las estrategias de enseñanza, los procedimientos evaluativos, el tiempo de preparación de la enseñanza y los resultados de aprendizajes, sin embargo, se demuestra deficiencia en lo siguiente: manifiestan dar un uso ocasional a los instrumentos de evaluación con fines de acreditación y para enriquecer los aprendizajes de los estudiantes, no utilizan los resultados obtenidos como elemento de motivación para sus estudiantes, ni tampoco para favorecer los procesos de comunicación entre pares y entre profesor estudiante. No se considerada en la planificación una etapa de retroalimentación.

Por último, el equipo docente diseña instrumentos de evaluación por niveles, es decir utilizan un mismo instrumento independiente de las características del curso en que se aplique.

6 CONCLUSIONES

Las estrategias evaluativas responden la relación entre la evaluación, las estrategias de enseñanza y los aprendizajes esperados a lograr por un determinado grupo. Los profesores encuestados reconocen estas instancias como componentes de la estrategia evaluativa, confirmando un conocimiento conceptual, no así desde lo procedimental. Por esto se detecta deficiencias al momento de implementar dichas estrategias, ya que se visualiza que el proceso de retroalimentación no se desarrolla óptimamente y con esto una debilitada base del conocimiento matemático.

Los resultados de aprendizaje no son tan descendidos, pero en el SIMCE si y hay disparidad entre los cursos, aun teniendo los mismos docentes, esto se explica porque las evaluaciones cotidianas se realizan próximas a las instancias de aprendizaje, sin embargo, como los estudiantes no fortalecen ni aclaran los conceptos descendidos y sumado a esto no han sido aprendido significativamente, al verse enfrentados a una evaluación externa que se aplica una sola vez, como es el SIMCE, el cual requiere del manejo total de los conocimientos y habilidades tratadas en la asignatura durante los años de enseñanza, estas debilidades se acentúan y evidencian, ya que no les permiten comprender correctamente las situaciones expuestas y por ende no logran el resultado esperado. Es necesario que se desarrolle una cultura evaluativa que permita a los diversos actores de las instituciones educativas entender el proceso de evaluación como la solución y posibilidad de aprender, la herramienta que dará claridad respecto de aquello que debemos reforzar y aprender.

7 SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

Fortalecer el proceso evaluativo y las herramientas que los docentes poseen; Considerar instancias de formación con alguna institución externa que permita especializar a los docentes en el buen desarrollo de estrategias evaluativas; Instalar una cultura evaluativa a nivel institucional, donde se dé mayor relevancia a la evaluación formativa, de manera que se fomente la retroalimentación y la autoevaluación por parte de los estudiantes, mediante la integración de un docente que cumpla con el rol de Evaluador; Realizar jornadas de apoyo entre pares, donde se discutan y realicen aportes respecto de las estrategias evaluativas utilizadas y a implementar, de manera suplir la carencia del evaluador.

8 PROPUESTA DE MEJORA

El aspecto por fortalecer se centra en lograr establecer una buena estrategia evaluativa, seleccionando y combinando métodos, técnicas y recursos que utilizará el profesor para valorar el aprendizaje de los estudiantes. Para su diseño es necesario tomar en cuenta el objetivo de la evaluación, dirigir las actividades evaluativas a la corroboración del logro de los aprendizajes y al desarrollo de habilidades o competencias de los alumnos, con énfasis en la retroalimentación procedimiento evaluativo.

9 ESTRATEGIAS DEL PROYECTO

Como inicio de las acciones a desarrollar en este proyecto, el establecer demandas de mejoras en ciertas acciones desarrolladas hasta el momento por parte de los docentes del establecimiento, planteando estas desde una perspectiva proyectiva, otorgando la posibilidad de modificar de acuerdo con la realidad que se presenta en cada generación de estudiantes. En concreto, a partir de las horas no lectivas establecidas para la planificación, se destina por lo menos una hora a la semana para realizar trabajo colaborativo entre docentes de la misma asignatura, con el fin de diseñar estrategias evaluativas adecuadas al nivel y grupo curso en particular, cubriendo todas las unidades de la asignatura. Además, fortaleciendo el rol mediador se genera una pauta de retroalimentación, donde se apunten preguntas base que respondan a los errores típicos en cada unidad, sumado a esto tras una instancia evaluativa se realizarán reuniones para el análisis de los resultados, con el fin de complementar la pauta base, respondiendo a las necesidades específicas del grupo. Realizar la gestión de contratar un docente evaluador, para supervisar y asegurar que el diseño y los procesos de evaluación sean los más apropiados, como también validar los instrumentos de evaluación, para asegurar que esta instancia de aprendizaje permita obtener un resultado más confiable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvárez, J. M. (2001). *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. Madrid: Editorial Morata.

Araujo, D. (2015). *Evaluación Integral*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Biggs, J. (1996). Assessing Learning Quality reconciling institutional staff and educational demands. *Assessment and evaluation in Higher Education*, 21 (1), 5-16.

Córdoba, G. (2015). *Evaluación formativa y cualificación de la escritura*. Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Díaz, F., & Hernández, G. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw Hill.

Güemez, C. B. (2009). *Una caracterización de las prácticas evaluativas en cursos de Álgebra de nivel superior*. Yucatán, México: Universidad autónoma de Yucatán.

CAPÍTULO 4

O ESTADO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA AMÉRICA LATINA

Data de submissão: 30/09/2021

Data de aceite: 17/10/2021

Williams Orlando Tapia Chavez

Escola de Pós-Graduação da
Universidade Internacional da Andaluzia
Calle Américo Vespucio

2, 41092 Sevilla, Espanha

Professor Universitário do Departamento de
Ciências da Educação da
Universidade Nacional de Trujillo
Av. Juan Pablo II s / n -
Cidade Universitária
Trujillo, Peru

ORCID: 0000-0003-3767-8520

RESUMO: O acesso à educação é percebido como um direito, mas em meio à globalização, o acréscimo de ciência e tecnologia também é necessário como ingrediente crucial para acelerar o desenvolvimento de uma nação e/ou região. Nesse sentido, é necessário verificar o estado da educação em ciências na América Latina. Para isso, foi desenvolvido um estudo documental cujo objetivo é avaliar a relevância, os problemas e os indicadores gerados pela educação científica na região da América Latina. A análise das informações foi feita com base na matriz de Kaufman e na estatística descritiva. Consequentemente, o ensino de ciências sob o paradigma construtivista tem sido evidenciado

por mais de duas décadas, levando os países latino-americanos a não ultrapassarem as médias internacionais do TIMSS, PISA e LLECE, (incluindo a notável heterogeneidade entre os mesmos países da região) além de alcançando taxas notórias de evasão e atitude desfavorável em relação à ciência. A tudo isso se somam as políticas deficientes em ciência, tecnologia e inovação criando um substrato; de tal forma que sua esterilidade se manifesta na escassez de profissionais, patentes, produtividade e publicações técnico-científicas; que são três vezes menos do que o que é gerado nas humanidades e menos do que outros blocos geográficos do mundo como a Europa e a Ásia produzem. Portanto, a pesquisa optou por categorizar o âmbito do estado da educação científica latino-americana em 4 dimensões: epistemológico-política, acadêmico-cultural, sociocientífico e econômico-produtivo. Portanto, nota-se que a solução dos problemas levantados na região não implica apenas o trabalho do setor educacional, mas da sociedade e de suas instituições como um todo.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência. Tecnologia e Inovação. Educação científica. América Latina.

EL ESTADO DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN AMÉRICA LATINA

RESUMEN: El acceso a la educación se percibe como un derecho, pero en plena globalización se exige además el añadido de la ciencia y la tecnología como ingrediente crucial

para acelerar el desarrollo de una nación y/o región. En ese sentido es preciso verificar el estado de la educación científica en Latinoamérica. Para ello se ha desarrollado un estudio documental cuyo propósito es evaluar la pertinencia, problemática e indicadores que engendra la educación científica en la región de América Latina. El análisis de la información se hizo en base a la matriz de kaufman y a la estadística descriptiva. En consecuencia se evidenció una enseñanza de la ciencia bajo el paradigma constructivista desde hace más de dos décadas, llevando a los países latinoamericanos a no pasar los promedios internacionales de TIMSS, PISA y LLECE, (incluyendo la notable heterogeneidad entre los mismos países de la región) además de alcanzar notorios índices de deserción y actitud desfavorable hacia la ciencia. A todo ello se suman las pobres políticas en materia de ciencia, tecnología e innovación creando un sustrato; tal que su esterilidad se nota en la escases de profesionales, patentes, productividad y publicaciones tecnocientíficas; que son tres veces menor de lo que se generan en humanidades e inferior a lo que producen otros bloques geográficos del mundo como son Europa y Asia. Por tanto la investigación se decantó por categorizar los alcances del estado de la educación científica latinoamericana en 4 dimensiones: Epistemológico-político, académico cultural, sociocientífico y económico-productivo. Por ende se advierte que la solución a la problemática suscitada en la región no implica solo el trabajo del sector educativo sino de la sociedad y sus instituciones en su conjunto.

PALABRAS CLAVE: Ciencia. Tecnología e Innovación. Educación Científica. América Latina.

THE STATE OF SCIENTIFIC EDUCATION IN LATIN AMERICA

ABSTRACT: Access to education is perceived as a right, but in full globalization the addition of science and technology is also required as a crucial ingredient to accelerate the development of a nation and / or region. In this sense, it is necessary to verify the state of science education in Latin America. For this, a documentary study has been developed whose purpose is to evaluate the relevance, problems and indicators generated by scientific education in the Latin American region. The information analysis was made based on the kaufman matrix and descriptive statistics. Consequently, science teaching under the constructivist paradigm has been evidenced for more than two decades, leading Latin American countries not to pass the international averages of TIMSS, PISA and LLECE, (including the notable heterogeneity between the same countries in the region) in addition to achieving notorious dropout rates and unfavorable attitude towards science. To all this are added the poor policies in science, technology and innovation creating a substrate; such that its sterility is noted in the shortage of professionals, patents, productivity and techno-scientific publications; which are three times less than what is generated in the humanities and less than what other geographical blocks in the world such as Europe and Asia produce. Therefore, the research opted to categorize the scope of the state of Latin American scientific education in 4 dimensions: Epistemological-political, academic-cultural, socio-scientific and economic-productive. Therefore, it is noted that the solution to the problems raised in the region does not only imply the work of the educational sector but of society and its institutions as a whole.

KEYWORDS: Science. Technology and Innovation. Scientific Education. Latin America.

1 INTRODUÇÃO

O problema da educação científica é discutido desde 1972 e 1999 em Montevidéu e Budapeste, respectivamente. E é, sem dúvida, uma preocupação especial dos países ocidentais (Falabella et al. 2014).

Esse problema centra-se no baixo aproveitamento de aprendizagem em ciência e tecnologia (C&T a partir de agora) que os alunos alcançam, além da ênfase na formação adequada que recebem diante da demanda da economia atual (Ministério da Educação, Ciência e Tecnologia da Argentina, 2007). E, ultimamente, a atenção está voltada para a vocação científica no final da educação básica regular (Vázquez e Manassero, 2007). Essa atenção geralmente recai especialmente nas ciências escolares (Desy et al., 2011; Calderón, 2015) e na atitude que é gerada dentro da escola em relação a disciplinas como matemática, física e química (Espinosa e Román; 1991; Arana et al., 1987, Rocard et al., 2007), um indicador fortemente associado à vida profissional futura dos estudantes (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología 2016; Arias, 2015; Calderón, 2015 e White e Harrison, 2012).

Por outro lado, a educação científica vai além do meramente educacional, pois pode prejudicar ou beneficiar uma nação inteira a longo prazo (Valverde & Näslund Hadley, 2010). Tanto é o seu impacto, que para entendê-lo, muitas vezes são citadas as histórias recentes de países (Finlândia, Holanda, Irlanda, Noruega, países do Leste Europeu, Japão, Cingapura, Coreia do Sul, entre outros) que, sem possuírem riquezas naturais, hoje possuem fluxos ostentosos graças ao seu investimento e paciência na educação e, principalmente, da ciência e da tecnologia (Oppenheimer, 2014). E isso ainda é verdade, uma vez que a qualidade e a quantidade do capital humano em C&T impactam o sistema sócio-científico-econômico e produtivo (Gurría et al., 2014).

Então, Colômbia, México e Costa Rica sabem do que estão falando. Pois bem, o primeiro sabe que continuam a se desculpar diante da demanda de pessoal por parte das empresas, ou seja, disfarçadamente que sua formação em C&T não atende aos padrões de C&T (Ulloa Villegas, 2008). O segundo está ciente de que seu crescimento econômico não é acelerado por sua educação atual em C&T (Hausmann et al., 2009) e o terceiro entende que seu sistema de C&T pode em breve sofrer um colapso geracional, já que 71,9% de seus pesquisadores têm mais de 46 anos (Brenes et al., 2014). Isso nos faz entender porque as empresas latino-americanas têm 20 pontos percentuais a menos que as empresas da Europa e da Ásia em matéria de inovação e patentes (Lederman et al., 2014), já que os trabalhadores destas últimas dobram, triplicam e são até 15 vezes mais produtivos e inovador do que um trabalhador da Costa Rica, Bolívia ou Nicarágua,

respectivamente (Lawrence, 2009). Claro, pode ser muito exagerado, mas os dados que Albornoz (2017) explicita em seu relatório sobre o “Estado da Ciência na Ibero-América” de certa forma ratificam o que foi dito acima.

Nesse sentido, Mazzitelli e Aparicio (2009) enfocam a problemática do processo ensino-aprendizagem das ciências naturais nos diferentes níveis de ensino, destacando o secundário e o superior, visto que há maiores problemas de desempenho, evasão, aprendizagem, atitudes em relação às ciências, vocação científica. e desenvolvimento de ensino.

Assim, nosso interesse está orientado para conhecer o problema da educação em ciências na América Latina entre 2006 e 2017, sua dimensão, alcance e seu possível tratamento ou solução.

2 METODOLOGIA

A população foi constituída por publicações em espanhol e inglês. Já o quadro amostral foi dado pelas diferentes bases de dados: Web Of Science - WoF, Google Escolar, Google Academic, Scientific Electronic Library Online - SCIELO, Rede de Revistas Científicas da América Latina e Caribe, Espanha e Portugal - REDALYC, Education Resources Information Centro - ERIC, Agência do Estado Conselho Superior de Pesquisa Científica - CSIC, Conselho Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação-CONCYTEC, Centro de Recursos Documentais e Informáticos da Organização dos Estados Ibero-Americanos - CREDI, OECD ilibrary, Red de Science e Indicadores de tecnologia - RICYT, World Intellectual Property Organization World Database - WIPO, Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, Webometric, Academic Ranking World Universities -ARWU, Times Higher Education - THE, Qs World University Rankings e o Banco de Dados Educacional das Nações Unidas, Organização Científica e Cultural - UNESDOC.

A escolha dos documentos baseou-se nos seguintes critérios de seleção descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Critérios de inclusão e exclusão para determinar os documentos a serem estudados.

Critério de exclusão	Critério de inclusão
Documentos redigidos em um idioma diferente do espanhol e do inglês.	Documentos que falam do problema referindo-se principalmente à América Latina.
Documentos publicados fora do intervalo fechado de anos [2006 - 2017].	Documentos que falam de C&T mas sem sair do quadro educacional.

O procedimento consistiu na identificação das diferentes bases de dados; e com base em seus catálogos online, foi feita uma primeira seleção com base nos anos de publicação, na linguagem e na relevância do tema expressa no título, resumo e / ou palavras-chave. Posteriormente, foi feita uma segunda seleção, por meio de uma leitura mais cuidadosa de todo o documento. Os documentos foram então classificados por assunto e por ano. Assim, uma vez selecionados os documentos, procedeu-se à leitura da análise e extração dos dados por meio de uma matriz de coleta de dados seguindo as recomendações de Kaufman (2000); que aconselha a comparação das informações analisadas com as do referencial teórico para que se estabeleçam duas colunas informativas: uma para “DEVE ESTAR” (normativa) e outra para “O QUE É” (positiva). Nesse sentido, há uma terceira coluna informativa que passa a ser a do julgamento do investigador, que deriva da comparação das duas colunas informativas mencionadas anteriormente.

Por outro lado, nos documentos que proporcionaram uma boa fonte de dados numéricos, por anos, foram tratados estatisticamente de forma a obterem médias e / ou percentagens dentro do intervalo de tempo em que se estuda o referido problema. Isso aconteceu com as pontuações dos testes de ciências internacionais para os alunos; Patentes da WIPO, pesquisadores ou publicações da UNESCO, bem como informações fornecidas pela RICYT.

Nesse processo de análise, optou-se por comparar os dados com os de outras regiões como Europa, Ásia, Oceania, América do Norte e África; de forma que foi possível obter uma maior abrangência sobre como somos comparados a outros países do mundo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por questões de espaço, colocarei as informações apenas na terceira coluna da tabela de análise de Kaufman.

Tabela 2. Descrição do ensino de ciências na América Latina entre 2006 e 2017, por dimensões.

CAUSAS	
Dimensões	Descrição
Epistemológico, Político- Administrativo	Concepção epistemológica positivo-pragmatista. Visão político-administrativa direitista-construtivista, crítica e burocrática.

CAUSAS

Dimensões	Descrição
Acadêmicos	Modelo, método e sistema de avaliação do ensino - aprendizagem construtivista, investigativa e contínua em planejamento curricular, razão pela qual especificam modelos por descoberta e resolução de problemas como o PBL. Conteúdo científico incompleto e positivista sem especificar seus limites, malefícios e benefícios. Modelo, método e sistema de avaliação do ensino - aprendizagem construtivista, investigativa e contínua em planejamento curricular, razão pela qual especificam modelos por descoberta e resolução de problemas como o PBL. Conteúdo científico incompleto e positivista sem especificar seus limites, malefícios e benefícios. A utilização dos recursos justifica-se pelo modelo e método de ensino, embora possuam modernos equipamentos digitais de TIC. A formação pedagógico-disciplinar desequilibrada do professor e sua formação é descontínua e lucrativa-mercado, dificultando para os alunos a ponte entre o comum e o científico.
Cultural	A mídia de massa invadida pela farandulización e pelo espetáculo. Empresas, universidades e comunidades científicas desconectadas da sociedade e da cultura científica.

Numa perspectiva simples, matemática e linear, o problema pode ser dividido em dois grupos, por um lado as causas (constituídas pelas três primeiras dimensões) e por outro lado as consequências (estabelecidas pelas três últimas dimensões). O ensino das ciências estaria localizado no centro e, mais especificamente, no “processo de ensino-aprendizagem das ciências” ou, em suma, na “Escola de Ciências”.

CONSEQUÊNCIAS

Dimensões	Descrição
Sócio-cientistas	Atitude negativa e neutra em relação às ciências escolares, seu estudo e sua profissionalização. Vocação técnico-científica minoritária visível no número de candidatos e licenciados em carreiras científico-tecnológicas. A evasão escolar tem como um dos fatores fortes as ciências escolares.
Testes científicos internacionais e classificações de universidades sob critérios de C&T	No PISA e no TIMSS a média internacional não é ultrapassada (500 pontos) e há heterogeneidade na evolução dentro da região, segundo os testes do LLECE. Apenas México, Brasil e Argentina têm uma universidade entre as 200 melhores do mundo, mas longe de chegar a Israel, Cingapura, Coreia do Sul e Finlândia. Com o Chile, são os únicos que estão sempre no ranking dos melhores em indicadores técnico-científicos de medição.
Econômico- produtivo.	A diferença de produtividade diminui muito lentamente em comparação com a forma como os países asiáticos fazem. São México e Brasil que apresentam boa qualidade em suas exportações e nível médio de aceitação. Embora no mundo nos vejam como pitorescos, bons na gastronomia, no turismo e no futebol; mas pouco tem o nome de ciência e tecnologia. Por exemplo, Cingapura é internacionalmente reconhecida por seu desenvolvimento tecnológico e sofisticado no campo da engenharia.

Ciência e Tecnologia e, propriamente falando, o ensino de ciências na América Latina levam uma vida ambivalente, sendo as medidas políticas da C&T filantrópicas

(Sanz e Cerezo, 2012). Isso se deve em parte à sinergia de sua adaptação ao paradigma tecnoeconômico e à sociedade do conhecimento (Lemarchand, 2005).

Assim, por um lado, estabelece uma visão sistêmica da política científica e busca promover a C&T por meio de instrumentos de inovação como bolsas e fundos de C&T (BID, 2010) baseados no modelo “Triple Helix” (Universidade-Estado-Empresa) (Salazar Ceballos et al., 2010); Porém, é difícil para ele sair do Modelo 1 (acadêmico e anti-social) marcado pelo dirigismo e expresso no alto percentual de investimento (60% -70%) em P&D ao contrário do que fazem as empresas, que têm uma melhor nariz para investimentos em inovação do que o próprio Estado (Tapia, 2015). Além disso, esse investimento não atinge o limite sugerido pela UNESCO (1%) e pela OCDE (1,5%), exceto para o Brasil; mas insignificante em comparação com o que Israel, China e outros fazem (ver figura 4). Da mesma forma, burocracia administrativa, instabilidade política e corrupção são três dos cinco fatores mais problemáticos para o investimento em P&D das empresas na América Latina (Lawrence, 2009).

Por outro lado, o boom do progressivismo educacional encantou a América Latina, por isso tomou o construtivismo como paradigma para o ensino de ciências, mas pesquisas de natureza diversa afirmam que esse paradigma está em dissonância com os melhores resultados em ciências como como asiáticos e escandinavos onde o ensino de ciências é tradicional e não construtivista (Enkvist, 2012) Por outro lado, verificou-se que a profissão docente (em elevada percentagem) sofre de uma fraca formação nas disciplinas científicas e nas ciências. natureza da ciência, que os leva a não realizar experimentos; construir pontes de sucesso entre a linguagem científica e a linguagem comum dos alunos; conceber definições científicas como absolutas e completas; deificar o método científico, para não tocar em tópicos por não compreendê-los e optar por métodos de indagação onde o professor não é participante, mas deixa o aluno à sua vontade, com o propósito de fazer aparecer o construtivismo (López e Mota, 2006; De Longhi e Paz, 2007; Norberto, 2007; Velásquez, 2007; Albuja, 2008; Sánchez e Mateos, 2008; Ibararán et al., 2009; Daza e Moreno, 2010; Cofré et al., 2010; Näslund et al. ., 2010; Cabrol et al., 2010; González et al., 2011). Isso se deve à sua formação precária, visto que a formação que recebem é tão superficial que existem pelo simples fato de estarem no mercado e gerando rentabilidade, por isso os professores recebem cursos teóricos de curta duração, com pouca orientação sobre o processos práticos em sala de aula e com desníveis e desintegração entre o pedagógico e o disciplinar (Ministério da Educação, Ciência e Tecnologia da Argentina, 2007). No entanto, sua pouca atualização depende também de seus salários ridículos em relação aos atribuídos

pela OCDE (Albornoz e Warnes, 2012), uma vez que são obrigados a procurar outro emprego e a relegar os estudos; O que aumenta seu desacordo com as avaliações do Estado e a participação em greves e paralisações, muitas vezes politizadas, que só prejudicam os alunos e reduzem o ano letivo latino-americano de 160 para 130 dias em comparação com 243 e 220 dias atrás. Japão ou Coréia do Sul respectivamente (Oppenheimer, 2010).

Soma-se a isso os recursos escassos (livros, laboratórios, bibliotecas, materiais de Tics, entre outros) para desenvolver uma aula. Por exemplo, nas escolas do Paraguai, Nuevo León (México), República Dominicana, Peru (Lima) e Argentina (duas províncias em particular), 6%, 8%, 30%, 9% e 5,4%, respectivamente, têm laboratório. bem equipados (OREALC, 2008; Ibararán et al., 2009 e Näslund et al., 2010). E embora seja verdade que 37% das escolas possuem sala de informática e a média de computadores por escola é de 16, sendo Cuba de apenas 4 (OREAL, 2008), é paradoxal que esta última obtenha a melhor pontuação no SERCE 2006 e testes de 2011, mais de 100 pontos da média regional, mesmo sem ter muitos computadores e acesso à internet. Da mesma forma, como é possível que no PISA 2012 a Polónia ocupe uma posição melhor do que a Alemanha, o Reino Unido e a Espanha, o seu investimento na educação sendo semelhante ao do México e do Brasil e também dando aulas aos seus alunos nos edifícios antigos herdados do Estágio comunista polonês, Talvez porque o investimento nem sempre se traduza em bons resultados (El Comercio, 2013, 04 de dezembro), devido além da gestão e do ensino do corpo docente e administrativo respectivamente.

O outro lado paradoxal é estabelecido pela idealização dos meios de comunicação como fonte de cultura científica / letrada por meio do jornalismo científico na Declaração Regional para a Articulação de Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação e no Pacto de Santo Domingo. No entanto, suas ações são marcadas pela classificação; portanto, o entretenimento e o show business são a melhor opção. Por isso, consideram C&T “não notícia” (Massarani e Polino, 2007 e Sanz e López, 2012). Consequentemente, apenas 29% medem o impacto de suas ações e apenas 9% as tornam conhecidas do público (Rey et al., 2008), ratificando um “Homo videns” (Ferrer, 2004) e uma civilização do espetáculo (Vargas, 2012). No Chile, por exemplo, 25,7% e 1,9% das horas anuais correspondem a novelas e documentários, respectivamente (Instituto Nacional de Estatística do Chile, 2014). E nos jornais mais representativos da América Latina apenas 0,5% da ciência é publicada, correspondendo a pesquisas estrangeiras (América do Norte e Europa) não direcionadas ao público em geral; este último devido à escassez de jornalistas científicos (Massarani e Polino, 2007).

Por outro lado, os programas de C&T promovidos por universidades ou comunidades científicas são poucos; Por exemplo, a Universidade de São Paulo, a Universidade da República do Uruguai e a Academia Mexicana de Ciências dirigem “Multiplicando el Saber”, “Compromisso Educativo” e “La Ciencia en tu Escuela” respectivamente (Zermeño, 2007; Cabrol et al, 2010 e Cabrera, 2014).

Os museus de ciência são escassos e suas exposições não são muito interativas (Franco e Linsingen, 2011); e as feiras de ciências são de baixa qualidade em comparação com o que os alunos de outros países exibem. Assim, por exemplo, na Feira Internacional de Ciência e Educação (ISEF) em 2009, Cingapura apresentou trabalhos de C&T, a Argentina apresentou ensaios sobre história e ciências sociais. Os primeiros foram motivados a enviar seus trabalhos para centros de pesquisa, os demais nada se sabe (Oppenheimer, 2010).

Nesse sentido, o duplo equilíbrio da educação formal e informal latino-americana, nas palavras de Moya (2012) subdesenvolve a mente jovem, traduzindo-se em resultados desanimadores e heterogêneos a nível regional e internacional, como os obtidos no LLECE (Laboratório Latino-Americano de Avaliação da Educação, LLECE), TIMSS (Tendências no estudo internacional de matemática e ciências) e PISA (Programa de Avaliação Internacional de Alunos), não podendo ultrapassar a média internacional (500 pontos) (ver Figura 2). A justificativa para muitos é que o Índice Socioeconômico (ISEC) também desempenha um papel importante em tais resultados, porém como é explicado que os alunos ricos do Uruguai têm resultados semelhantes aos alunos pobres da Coréia, Cingapura ou Hong Kong, no PISA 2012 (El País, 2014, 30 de janeiro). A resposta pode estar na educação de qualidade, além do compromisso social com a educação, seja pelas políticas governamentais ou pela tradição, fato vivenciado pelos países asiáticos (Oppenheimer, 2010). Em suma, a condição socioeconômica do aluno não pode ser usada para justificar o fracasso escolar (Lucero, 2010).

Além disso, o sistema educacional gera atitudes negativas em relação à ciência e à sua profissionalização porque são difíceis (mais de 70%) e enfadonhas (mais de 50%) (ver figura 1); Por esse motivo, a matrícula e a graduação (graduados, professores e doutores) em letras representam até o dobro e o quádruplo, respectivamente, do que ocorre na ciência (Tapia, 2015) (ver figura 6). Agora, lembre-se que o número de médicos está associado ao de patentes, pesquisas e produção de novos conhecimentos (Ulloa Villegas, 2008). Consequentemente, é lógico que a América Latina mostra menos de 3% do total mundial (ver figura 8) a 6 parte do que a Europa faz e abismal em relação aos asiáticos, que curiosamente são os que têm mais doutores e pesquisadores em ciências

na as universidades. Por isso, os diferentes organismos internacionais de rankings universitários não param de conglomerá-los em percentuais muito elevados, para os quais a América Latina mal passa 3,2% em Webométrica e sem ter nenhuma de suas universidades entre as 100 melhores do mundo, algo que se você estão na Universidade Nacional de Cingapura (veja a figura 3). E os que aparecem em boas posições são a Universidade de São Paulo, Autónoma de México e De Buenos Aires. Não se trata de um ranking de gostos, mas de critérios objetivos em C&T que mede o número de publicações, patentes, pesquisadores, médicos e medalhas Fields.

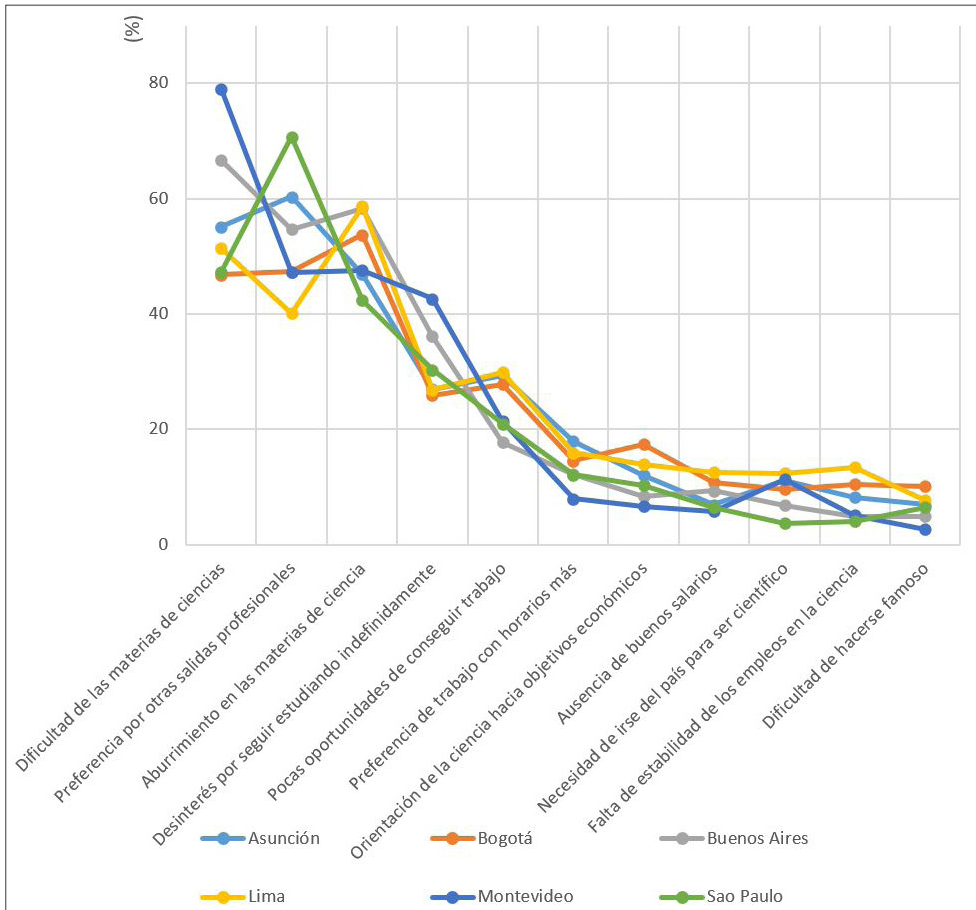
Assim, apenas o Brasil chega a 60% nas publicações científicas, enquanto o restante não passa de 10% (ver figura 5).

Embora seja verdade que exista uma superabundância de cientistas sociais, eles não são exatamente os melhores, caindo na opinologia e não na ciência séria, como refere Bunge (1980), visto que as melhores faculdades de ciências sociais e publicações de qualidade em humanidades não são de origem. América Latina (Unesco, 2013).

Da mesma forma, a figura 1 indica que os alunos desejam estudar engenharia e o volume de matrículas e de concluintes não é o mesmo. Isso é entendido pelo problema de abandono do programa. De acordo com o Centro de Microdados do Departamento de Economia da Universidade do Chile (2008), 42,2% dos estudantes universitários mudam de carreira devido a problemas vocacionais e deficiências acadêmicas em matemática, física e química. O mesmo concorda com Escobar (2011), Romero (2011), Zapa et al (2011) e Borges e Negrete (2012). Isso também pode acontecer na educação básica regular.

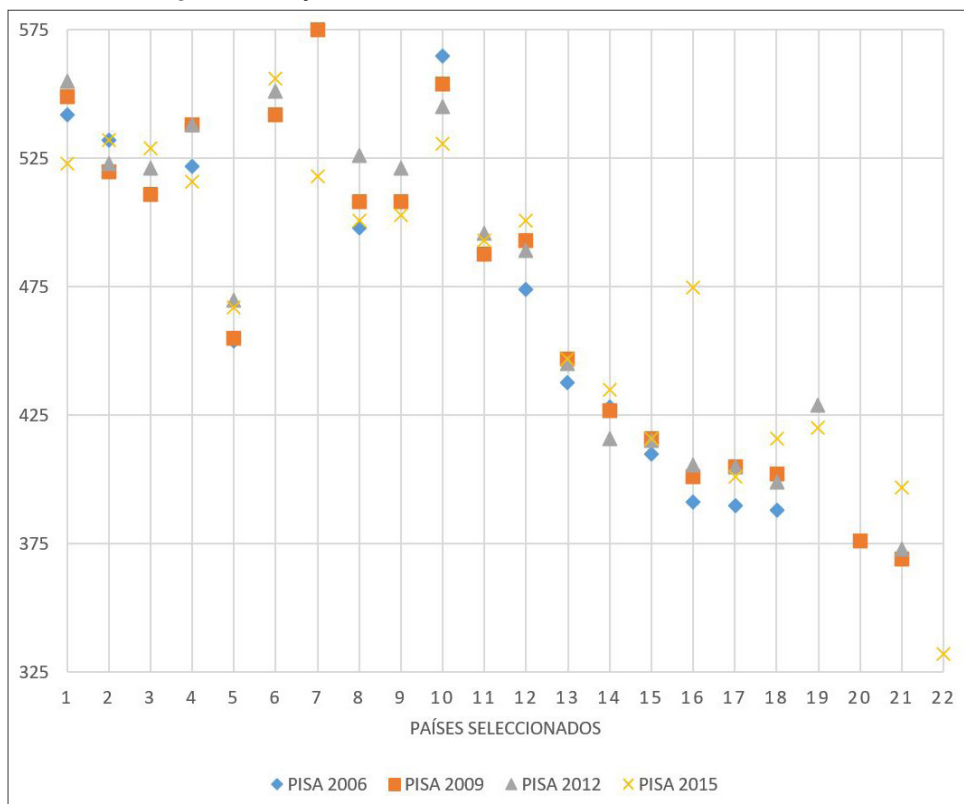
De alguma forma, isso afeta e afetará a produtividade e, portanto, a economia regional, não podendo encurtar o hiato de produtividade mais rapidamente em relação aos países desenvolvidos e economias maduras, e ao contrário, estabelecendo um aumento da heterogeneidade entre os países da região. (Gurría et al., 2014). Além disso, de acordo com o BID (2010), os produtos gerados pela América Latina estão abaixo do padrão internacional exigido pela International Organization for Standardization (ISO), portanto, não é surpreendente que no Ranking de Marca País Anholt-GFK Roper, estejamos ter uma imagem relativamente positiva baseada no turismo, gastronomia, esporte e cultura, mas com pouca consideração pelo valor dos produtos latino-americanos no mundo. Por esse motivo, foram colocados em posições bem inferiores na lista (Oppenheimer, 2008, 09 de dezembro). Assim, a percepção disso anda de mãos dadas com o índice de adaptabilidade, IA (ver figura 7), que marca a diferença esmagadora entre os setores não dinâmico (extrativo) e dinâmico (indústria de transformação) e aquele na boca de Galeano (1999) nada mais é do que o problema das matérias-primas e do valor agregado, devido à falta de capital humano em C&T de qualidade, Gurría et al. (2014).

Figura 1. Fatores que desestimulam os jovens a escolher a carreira científica.



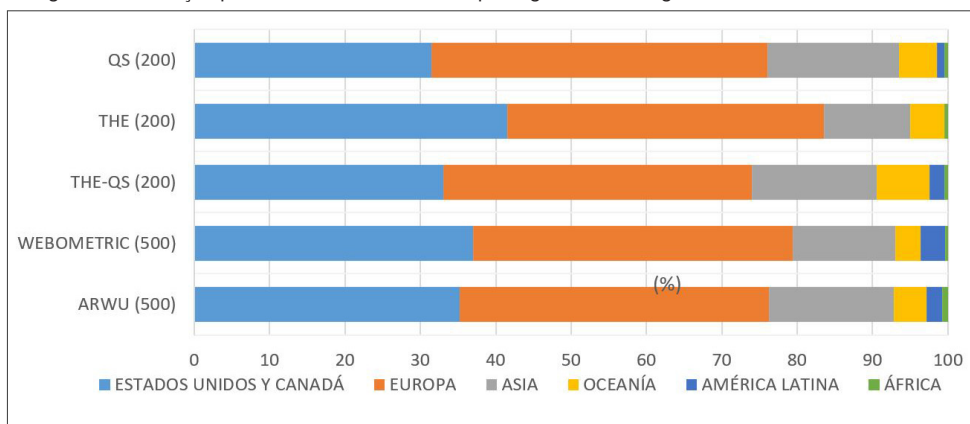
Nota: Dados obtidos no relatório “Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento e Coesão Social: Programa Ibero-americano na Década do Bicentenário, 2012 da OEI.

Figura 2: Pontuações em ciências obtidas no PISA 2006, 2009, 2012 e 2015.



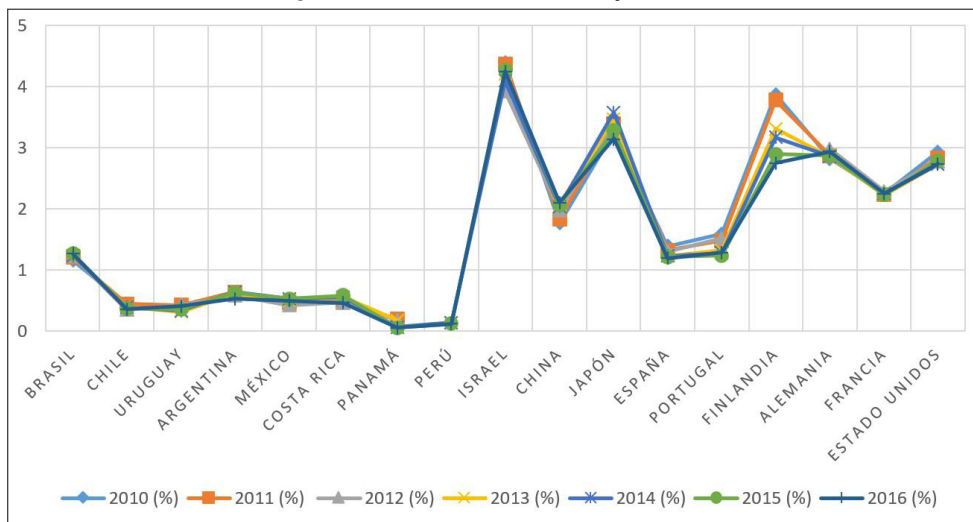
Nota: Dados retirados dos relatórios do Ministério da Educação, Cultura e Esporte da Espanha (PISA 2006, 2009, 2012, 2015). 1 = Hong Kong-China, 2 = Chinês Taipei, 3 = China-Macau, 4 = República da Coreia do Sul, 5 = Israel, 6 = Cingapura, 7 = Xangai-China, 8 = Polônia, 9 = Irlanda, 10 = Finlândia, 11 = Espanha, 12 = Portugal, 13 = Chile, 14 = Uruguai, 15 = México, 16 = Argentina, 17 = Brasil, 18 = Colômbia, 19 = Costa Rica, 20 = Panamá, 21 = Peru, 22 = República Dominicana.

Figura 3. Distribuição percentual das universidades por região nos rankings internacionais de 2006 a 2017.



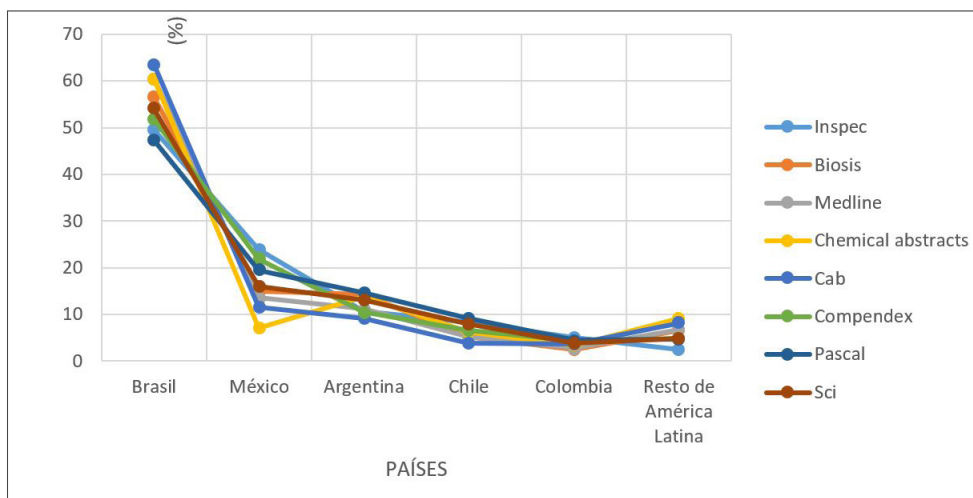
Nota: Dados retirados do ARWU, WEBOMETRIC, THE AND QS, de 2018. O número entre parênteses representa o total de universidades classificadas.

Figura 4. Investimento em P&D em relação ao PIB.



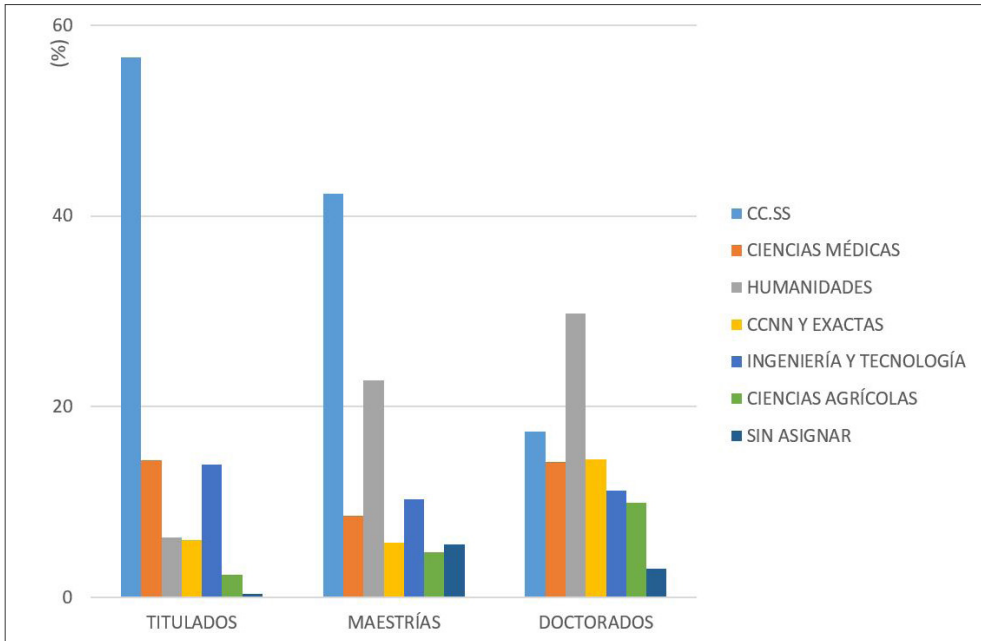
Nota: Dados retirados do banco de dados RICYT 2018.

Figura 5: Média percentual de publicações nas bases de dados mais importantes do mundo.



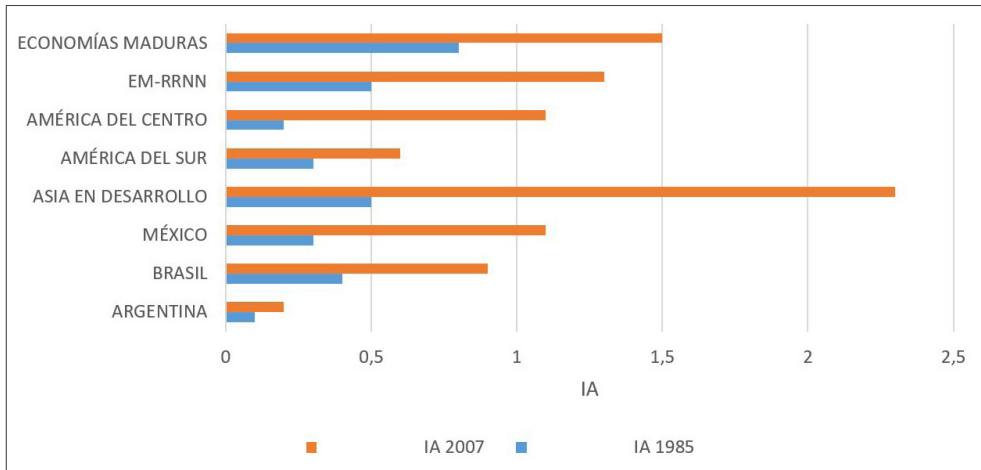
Nota: Dados retirados do banco de dados RICYT 2018.

Figura 6: Média percentual de diplomas de acordo com o tipo de carreira na América Latina.



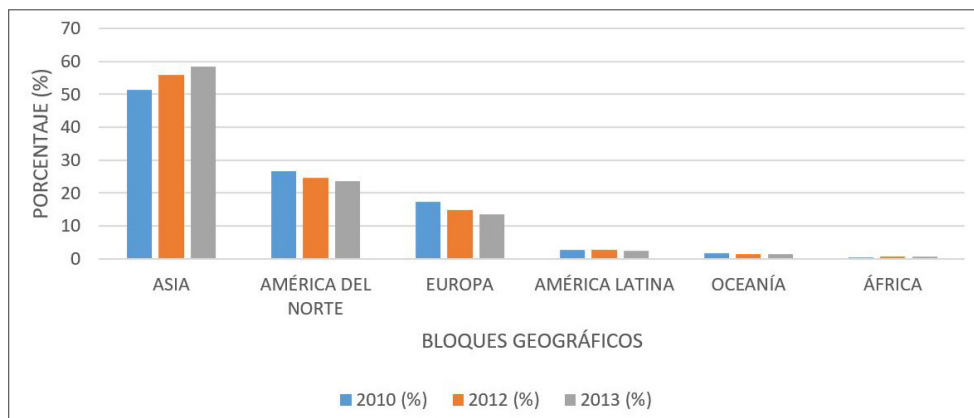
Nota: Dados retirados do banco de dados RICYT 2018.

Figura 7. Comparação entre os Índices de Adaptabilidade (IA) do ano de 1985 e 2007.



Nota: Ásia em desenvolvimento: República da Coreia, Filipinas, Hong Kong, China, Indonésia, Malásia, Cingapura e Tailândia. Economias maduras: Alemanha, França, Itália, Reino Unido, Estados Unidos, Japão e Suécia. Economias desenvolvidas intensivas em recursos naturais (EM-RRNN): Austrália, Dinamarca, Finlândia, Irlanda, Noruega e Nova Zelândia. Dados obtidos do Economic Outlook for Latin America 2014. Logística e competitividade para o desenvolvimento. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e Cooperação Andina para o Desenvolvimento (CAF).

Figura 8: Porcentagem de patentes depositadas na OMPI, por Blocos Geográficos.



Nota: Dados retirados do banco de dados WIPO 2018.

4 CONCLUSÕES

O problema envolve aspectos epistemológicos, político-administrativos, acadêmicos, culturais, sócio-científicos e econômico-produtivos de cunho técnico-científico, o que exige uma atenção integral-transversal, levando a sério como tarefa de todos e não apenas dos ministérios de Educação.

Assim, antes de mais nada, é necessário aceitar com humildade os problemas que nos afligem, responsabilizar-se por nossa situação e estabelecer um compromisso global com a educação em C&T. É preciso também abandonar a utopia sociocomunista e se posicionar internacionalmente para adaptar, aprimorar e superar tais políticas na região. E isso pode ser alcançado se uma visão e uma prática sistêmica dos aspectos científicos, sociais, educacionais, culturais e econômicos vinculados ao eixo político e filosófico da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSya) forem levados em consideração.

Por otro lado, no sólo medir el crecimiento con el PBI económico, sino que hora, a través de la econometría se halle un PBI educativo referente a la ciencia y la tecnología y se pueda medir el progreso educativo científico y tecnológico de la región y de os países. También realizar estudios, pesquisas e pesquisas demoscópicas e avaliações nacionais em torno de C&T.

Da mesma forma, criar uma cultura de inovação em ciência e tecnologia e estimulá-la com base em maior estabilidade política e menos burocracia administrativa, bem como incentivos e recursos para isso.

As estratégias de gerenciamento vêm do estabelecimento de uma organização de gerenciamento com uma abordagem de baixo para cima. Fazer com que os alunos

paguem os estudos, aos poucos, quando já recebem um salário fixo, pode parecer loucura, mas financiar a todos de graça igualmente sabendo que outros podem pagar; não é justo. E mais ainda, sabendo que quem pode fazer não se esforça e se repete constantemente. Dessa forma, eles poderão valorizá-lo e não serão os alunos engolidos. Mas sim, concedendo bolsas aos melhores alunos em tudo. Em palavras simples, estabelecendo uma meritocracia educacional.

Nos exames de admissão, a natureza da ciência deve ser considerada para evitar o positivismo galopante. Para isso, tal programa deve ser estabelecido nas faculdades de ciências e/ou filosofia para formar professores e formar alunos.

Da mesma forma, estabelecer uma formação docente contínua e nivelada entre o pedagógico e o disciplinar, exigindo não só a sua formação integral, mas também que sejam especialistas num ramo da ciência (físico, químico, biólogo, matemático puro, etc.) e que ingressem em contato não só com a pesquisa das disciplinas, mas também com a pesquisa educacional. Agora, os professores devem ser avaliados nos três níveis, do primário-inicial ao superior, por organismos nacionais e internacionais para que não estagnem pelo simples fato de serem professores e/ou doutores apenas com título. E isso deve vir acompanhado de seus bons salários e benefícios (bolsas, incentivos e prêmios), para também estabelecer a meritocracia e poder dar-lhes um status social e psicológico que hoje se perdeu.

Por fim, os meios de comunicação devem estar cientes de sua responsabilidade social e se comprometer com a alfabetização e a popularização da ciência e da tecnologia; e na falta disso, o Estado interferirá em suas ações irresponsáveis.

As universidades e comunidades científicas latino-americanas devem copiar o programa uruguaio, brasileiro e mexicano para melhorar as atitudes em relação à ciência e combater a evasão de alunos. E, por outro lado, estimular o estudo da especialidade “Jornalismo Científico” de que tanto necessitamos para que os avanços da ciência e da tecnologia cheguem à população.

As empresas devem disponibilizar espaços para orientação profissional dos alunos, bem como recursos materiais, acadêmicos e de infraestrutura com instituições de ensino básico e superior. Além disso, precisam assumir riscos no investimento em P&D; com a convicção de que no futuro os jovens formados farão com que ganhem mais do que investiram.

REFERÊNCIAS

Albornoz, M. & Warnes, P. (2012). Esforços educacionais na Ibero-América e sua vinculação com a pesquisa e o desenvolvimento. In M. Albornoz (Comp.), *O Estado da Ciência: Principais Indicadores Ibero-americanos e Interamericanos de Ciência e Tecnologia*, 2012 (pp. 27-46). Buenos Aires: REDES.

- Albornoz, M. (2017). O Estado da Ciência: Principais Indicadores Ibero-americanos / Interamericanos de Ciência e Tecnologia, 2010. Buenos Aires: REDES-RICYT.
- Albuja, M. (2008). Ensino de ciências naturais. Quito: Documentos pedagógicos.
- Arana Pérez, J., Escudero Escorza, T., Garces Campos, R. & Palacian Gil, E. (1987). Imagem das disciplinas de ciências na transição do ensino fundamental para o ensino médio. *Electronic Journal of Science Teaching*, 5 (1), 10-15.
- Argentina, Ministério da Educação, Ciência e Tecnologia. (2007). Melhorando o Ensino de Ciências e Matemática: Uma Prioridade Nacional. Buenos Aires: Autor.
- Arias Schreiber, M. (2015). Estudo sobre os diferentes fatores que influenciam os jovens a se inclinarem para uma formação técnico-científica. Lima: Conselho Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação Tecnológica-CONCYTEC.
- Borges Ucán, J. L. & Negrete Cetina, M. (2012). Atrito de uma abordagem quantitativa. Em F. Dzay Chulim & O. M. Narváez Trejo (comp.), *Deserção escolar da perspectiva do aluno* (pp.44-75). México: Editorial Manda.
- Brenes, M. L., Méndez, A. & Alfaro, A. (2014). Relatório: estado da ciência e tecnologia e inovação. San José: Universidade Nacional Heredia da Costa Rica.
- Bunge, M. (1980). *Epistemologia: curso de atualização*. México: século 21.
- Cabrera, C. (2014). Aprendizagem cooperativa em estudantes de ciências exatas e naturais: o "Programa de Compromisso Educacional". *Ibero-American Journal of Education*, 1 (67), 203-216.
- Cabrol, M., Näslund Hadley, E., Alfonso, M., Manzano, G., Pérez Álfaro, M., & Santiago, A. (2010). Abordagens criativas para aprender matemática e ciências. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1-16.
- Calderón García, R. (2015). A percepção de ciência, tecnologia e inovação em alunos do ensino fundamental e médio da Área Metropolitana de Guadalajara, México. *RIDE, Revista Ibero-americana de Pesquisa e Desenvolvimento Educacional*, 6 (11).
- Chile, Centro de Microdados do Departamento de Economia, Universidade do Chile (2008). Relatório do Estudo sobre as Causas do Abandono Universitário dirigido ao Ministério da Educação. Santiago: Autores.
- Chile, Instituto Nacional de Estatística do Chile. (2014). *Compêndio Estatístico 2014*. Santiago: Autor.
- Chile, Escritório Regional de Educação para a América Latina e o Caribe, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. (2008). Primeiro relatório do Segundo Estudo Regional Comparativo e Explicativo (SERCE). A aprendizagem de alunos da América Latina e do Caribe. Santiago: Autores.
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D. & Vergara, C. (2010). Educação científica no Chile, fragilidades do ensino e desafios futuros para a formação de professores de ciências. *Estudos pedagógicos XXXVI*, 2, 279-293.
- Conselho Superior de Pesquisa da Espanha. (2018). Banco de dados do ranking de universidades. Espanha. Ranking web de universidades. Obtido em <http://www.webometrics.info/es>
- Enkvist, I. (2012). Boa e má educação: exemplos internacionais. Edições de Encontro. Espanha.

Daza Pérez, E. P. e Moreno Cárdenas (2010). O pensamento do professor de ciências praticante. Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências naturais. *Electronic Journal of Science Teaching*, 3 (9), 549-568.

De Longhi, A. & Paz Echeverriarza, M. (2007). Diálogo entre diferentes vozes: um processo de formação de professores em ciências naturais em Córdoba-Argentina. Córdoba: Universitas.

Desy, E. A., Peterson, S. A. & Brockman, V. (2011). Diferenças de gênero em atitudes e interesses relacionados a ciências entre alunos do ensino fundamental e médio. *Educador de Ciências*, 20 (2), 23-30.

Escobar, V. (2011). Ensino superior na América Latina: ensino superior no Panamá, 2005-2009. Centro Interuniversitário de Desenvolvimento (CINDA).

Espinosa, J. & Román, T. (1991). Atitudes em relação à ciência e atribuições pendentes: dois fatores que afetam o desempenho em ciências. *Electronic Journal of Science Teaching*, 9 (2), 151-154.

Estados Unidos, Banco Interamericano de Desenvolvimento. (2010). Ciência, tecnologia e inovação na América Latina e no Caribe, um compêndio estatístico de indicadores. Washington, DC: Autor.

Espanha, Instituto de Educação, Secretaria Geral de Educação, Ministério de Educação e Ciência. (2007). PISA 2006, relatório espanhol. Madrid: Autores

Espanha, Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, OEI. (2012). Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento e a coesão social: o programa ibero-americano na década dos bicentenários. Madrid. Autor.

Espanha, Instituto de Avaliação Educacional, Direcção-Geral de Avaliação e Cooperação Territorial, Ministério da Educação, Cultura e Desporto. (2013). PISA 2012, relatório espanhol. Madrid: Autores.

Espanha. Fundação Espanhola de Ciência e Tecnologia-FECYT. (2016). VIII levantamento de percepção social da ciência, dossiê informativo. Madrid. Autor.

Falabella, I., Cocconi, M. & Rocha, A. (2014). A experiência de aprendizagem nas ciências naturais e na escolha profissional. Um estudo em alunos pré-universitários. *Ibero-American Journal of Education*, 65 (2), 1-15.

Ferrer Escalona, A. (2004). Jornalismo científico e desenvolvimento: uma visão da América Latina. Tese de Doutorado, Universidade Autônoma de Barcelona, Barcelona, Espanha.

França, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. (2013). Relatório mundial sobre ciências sociais, mudanças ambientais globais. Paris: Autor.

França, Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. (2011). Relatório PISA 2009: Autor., Em espanhol. Recuperado em 15 de abril de 2015 do site em PDF do PISA: <http://www.eduteka.org/Pisa2009.php>

França, Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. (2016). PISA 2015, principais resultados. Autor., Em espanhol. Recuperado em 15 de abril de 2017 do site: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>

Franco Avellaneda, M. & Linsingen, I. V. (2011). Popularizações da ciência e tecnologia na América Latina. Olhando para a política científica em uma chave educacional. *Mexican Journal of Educational Research*, 51 (16), 1253-1272.

Galeano, E. (1999). *As veias abertas da América Latina* (6ª ed.). Montevideu: século 21.

González Weil, C., Bravo González, P., Ibaceta Guerra, T. & Cuturrufo, J. (2011). Boas práticas de ensino de física: o caso de uma professora do ensino médio de um estabelecimento municipal. Em J. Campo, C. Montecinos & A. González (Eds.), *A melhoria escolar em ação* (pp. 49-61). Santiago: Ministério da Educação do Chile.

Gurría, A., Bárcena, A. & Gracia, E. (2013). *Perspectivas Econômicas da América Latina 2014*. Logística e Competitividade para o Desenvolvimento. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e Cooperação Andina para o Desenvolvimento (CAF).

Hausmann, R., Lozoya Austin, E & Mia, I. (2009). *Relatório de Competitividade, México, 2009*. Washington, DC: Fórum Econômico Mundial.

Ibarrarán, P., Näslund Hadley, E., & Cabrol, M. (2009). Além do giz e das palavras: Educação experimental em matemática e ciências na Argentina. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1º, 1º a 14 de novembro.

Lawrence Pratt (2009). *Relatório de competitividade global 2009-2010. Resultados para a América Latina, Índice de Competitividade Global*. Washington, DC: Fórum Econômico Mundial.

Lederman, D., Messina, J., Pienknagura, S & Rigolini, J. (2014). *Índice de empreendedorismo na América Latina: muitas empresas e pouca inovação*. Washington, D. C. Banco Mundial.

Lemarchand, G. A. (2005). *Atas do primeiro fórum latino-americano de presidentes de comissões parlamentares de ciência e tecnologia*. Buenos Aires: Honorable Câmara dos Deputados da Nação, UNESCO e Secretária de Ciência, Tecnologia e Inovação Produtiva da Nação.

López e Mota, A. D. (2006). Educação em ciências naturais. *Mexican Journal of Educational Research*, 31 (11), 1-20.

Lucero, C. (2010). Notas sobre os significados do fracasso escolar. *Ibero-American Journal of Education*, 51 (2), 1-12.

Mazzitelli, C. A & Aparicio, M. T. (2009). As Atitudes dos Alunos em relação às Ciências Naturais, no Enquadramento das Representações Sociais e sua Influência na Aprendizagem. *Electronic Journal of Science Teaching*, 1 (8), 193-215

Massarani, L. & Polino, C. (30 de julho a 3 de agosto de 2007). Conferência Ibero-americana de Ciência nos Meios de Comunicação de Massa: Os Desafios e a Avaliação do Jornalismo Científico na Ibero-América. Santa Cruz de la Sierra, Bolívia: AECI, RICYT, CYTED, SciDevNet e OEA.

Moya Obeso, A. S. (2012). Pensar / pesquisar na era do conhecimento: laços para um modelo pedagógico curricular. *Editorial Acadêmico Espanhol*.

Norberto Cornejo, J. (2007). Formação abrangente de professores em ciências exatas e naturais. *Ibero-American Journal of Education*, 43 (5), 1-11.

Näslund Hadley, E., Thompson, J. & Norsworthy, M. (2010). Despertar a curiosidade científica no Peru. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 7, 1 a 4 de dezembro.

Oppenheimer, A. (2008, 09 de dezembro). A América Latina é uma marca ambígua. A nação. Em <http://www.lanacion.com.ar/1078740-america-latina-una-marca-ambigua>

- Oppenheimer, A. (2010). Chega de histórias! A obsessão latino-americana com o passado e as 12 chaves para o futuro. México: DEBATE.
- Oppenheimer, A. (2014). Crie ou morra! A esperança da América Latina e as cinco chaves para a inovação. México: DEBATE.
- Organização Mundial da Propriedade Intelectual. (2018). Banco de dados mundial. Genebra, Suíça: Organização Mundial de Propriedade Intelectual. Recuperado de <https://www.wipo.int/branddb/es/>
- Organização dos Estados Ibero-americanos. (2018). Base de dados. Madrid. Rede Ibero-americana e Interamericana de Indicadores de Ciência e Tecnologia. Recuperado de <http://www.riicyt.org/>
- Teste PISA O que a Polónia fez para estar entre os “dez primeiros” com menos investimento do que a média? (2013, 04 de dezembro). O comércio. Em http://elcomercio.pe/mundo/actualidad/pricacion-pisa-que-polonia-estar-top-ten-menos-inversion-que-media-noticia-1668338?ref=flujo_tags_223249&ft=nota_18&e=titulo
- Quacquarelli Symonds. (2018). Banco de dados de classificação da universidade, Londres. Melhores universidades do QS. Obtido em <https://www.topuniversities.com/qs-world-university-rankings>
- Rey, G., Betancourt, J. & De Paoli, M. (2008). O outro lado da liberdade: responsabilidade social corporativa na mídia latino-americana. Bogotá: Fundação do Novo Jornalismo Ibero-Americano (FNPI).
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). Educação científica agora: uma pedagogia renovada para o futuro da Europa. Comissão Europeia. Direção de Pesquisa Comunitária. Bruxelas.
- Romero, C. (2011). Ensino superior na América Latina: ensino superior no Uruguai, 2005-2009. Centro Interuniversitário de Desenvolvimento (CINDA).
- Salazar Ceballos, A., Ángulo Delgado, F. & Soto Lombana, C. (2010). Os modelos de inovação que impulsionam as políticas científicas dos países da América Latina e do Caribe. URL: [arquivo: /// c: / Usuários / Mestre / Downloads / Salazar-Ceballos,% 20Angulo-Delgado% 20y% 20soto-Lombana, pdf.](#)
- Sánchez Vizcaino, J. & Mateos Jiménez, A. (2008). Linguagem científica: um objetivo básico na formação científica de professores. Propostas de atuação em sala de aula. La Mancha, Espanha: Universidade de Castilla.
- Sanz Merino, N. & López Cerezo, J. A. (2012). Cultura científica para a educação no século XXI. Ibero-American Journal of Education, 58, 35-59.
- Tapia Chavez, W. O. (2015). Problemas do processo ensino-aprendizagem das ciências naturais na América Latina entre 2006 e 2014. Tese para escolha do grau de Bacharel em Educação com especialização em Ciências Naturais, Física, Química e Biologia. Faculdade de Educação e Ciências da Comunicação, Escola Profissional Acadêmica de Educação Secundária, Universidade Nacional de Trujillo, Peru.
- Os tempos. (2018). Banco de dados do ranking de universidades. Londres. Times Higher Education. Obtido em <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings>
- Ulloa Villegas, G. (01 de maio de 2008). E a Engenharia na Colômbia? Eduteka. <http://www.eduteka.org/IngenieriaColombia.php>

Universidade Jiao Tong de Xangai. (2018). Banco de dados do Academic Ranking of World Universities. Xangai, China: Classificação Acadêmica das Universidades. Recuperado de: <http://www.shanghairanking.com/es/resources.html>

Valverde, G. & Näslund Hadley, E. (2010). A condição do ensino de matemática e ciências naturais na América Latina e no Caribe. Banco Interamericano de Desenvolvimento: autores.

Vargas Llosa, M. (2012). A civilização do espetáculo. Lima: Alfaguara.

Vazquez, Alonso. & Manassero Mas, M. A. (2007). Revisão das atitudes e interesses dos estudantes de ciências e tecnologia. Revista Eureka sobre Ensino e Disseminação de Ciências, 4 (3), 580-582.

Velásquez Mosquera, A. F. (2007). Literacia científica e tecnológica no processo de ensino-aprendizagem de Física. Revista Ibero-americana de Educação, 1-14.

White, E. L. & Harrison, T. G. (2012). Atitudes de alunos de escolas do Reino Unido em relação às ciências e potenciais carreiras científicas, Acta Didactica Napocensia, 5 (4), 1-10.

Zapata, G., Tejada, I. & Rojas, A. (2011). Ensino superior na América Latina: ensino superior no Chile, 2005-2009. Centro Interuniversitário de Desenvolvimento (CINDA).

Zermeño Barrón, G. P. (2007). Minha experiência pedagógica como elo no programa de ciências de sua escola da Academia Mexicana de Ciências. Relatório Acadêmico do Serviço Social para a qualificação para o Bacharelado em Pedagogia, Faculdade de Pedagogia, Faculdade de Filosofia e Letras, Universidade Nacional Autônoma do México, México.

CAPÍTULO 5

TOMA DE DECISIONES, DESDE LOS ODS, MEDIANTE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA CLASE DE CIENCIAS

Data de submissão: 10/09/2021

Data de aceite: 30/09/2021

Ana María Gómez Prado

Magister en Docencia de la Química
<https://orcid.org/0000-0001-9868-1307>

Yolanda Ladino Ospina

Universidad Pedagógica Nacional
<https://orcid.org/0000-0002-8820-1354>

RESUMEN: La enseñanza de las ciencias desde hace un tiempo implementa el enfoque CTSA para acercar a los estudiantes a las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, y así motivarlos en su aprendizaje y actitudes hacia el conocimiento científico. En este documento se presentan y analizan los resultados obtenidos en un trabajo de investigación realizado con 15 estudiantes de educación media de la ciudad de Medellín, Colombia; cuyo objetivo era fomentar hábitos de alimentación saludable y desarrollar la habilidad de pensamiento crítico: toma de decisiones, mediante la resolución de situaciones problema enmarcadas en el contexto del Objetivo de Desarrollo Sostenible 2: hambre cero.

PALABRAS CLAVE: Alimentación saludable. Educación para el Desarrollo Sostenible. Enseñanza de las Ciencias y Pensamiento Crítico.

THE DECISION MAKING FROM THE ODS, THROUGH PROBLEM SOLVING IN THE SCIENCE CLASS

ABSTRACT: Science education has for some time implemented the STSE approach to bring students closer to the relationships between science, technology, society and environment, and thus motivate them in their learning and attitudes towards scientific knowledge. This paper presents and analyzes the results obtained in a research work carried out with 15 high school students from the city of Medellín, Colombia; whose objective was to promote healthy eating habits and develop critical thinking skills: decision making, through the resolution of problem situations framed in the context of Sustainable Development Goal 2: zero hunger.

KEYWORDS: Healthy Eating. Education for Sustainable Development. Science Education and Critical Thinking.

1 INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de las ciencias naturales, como en otros campos de conocimiento, ocurre que los docentes tropiezan con dificultades a la hora de motivar y generar en sus estudiantes actitudes favorables hacia el aprendizaje de sus disciplinas. En la enseñanza de las ciencias los autores Vázquez & Manassero (2009)

y Molina, Carriazo, & Casas (2013), realizaron investigaciones en las cuales aplicaron pruebas de tipo Likert para evaluar las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias; sus resultados evidencian que hay poca actitud favorable o interés, hacia las clases de las ciencias naturales, aunque reconocen que la ciencia y la tecnología tiene una gran importancia para su vida; a los estudiantes no les interesa trabajar en estos campos, porque los encuentran complejos y poco atractivos.

Esta escasa actitud puede deberse entre otras cosas a la falta de articulación entre el desarrollo curricular de las clases, su quehacer cotidiano o la forma generalizada de una enseñanza transmisiva, por parte del profesor, de acuerdo con Ipuz & Parga (2014), o tal vez a la saturación de información que sobre ciencia abunda hoy en día a través de los canales de comunicación o redes de información, alguna de las cuales es falsa o desvirtúa la naturaleza de la ciencia.

Una propuesta para superar estas dificultades es emplear el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) para orientar los contenidos curriculares desde las relaciones existentes entre éstos 4 elementos; para ello se presentan situaciones desde la cotidianidad y el contexto local, nacional y global, en las cuales los estudiantes están siendo participes.

Ahora bien, en la actualidad con la creciente preocupación por el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) en los países, se recurre cada vez más a formar a los estudiantes en estos objetivos y a transformar la práctica educativa como tal. Es aquí donde la educación en ciencias naturales lidera una parte esencial de esta innovación ya que, a partir de la articulación de los contenidos curriculares, los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), en el caso colombiano, y los ODS, se puede propiciar el desarrollo de habilidades como reflexión, creatividad, resolución de problemas, toma de decisiones, etc., para así, enseñar a las generaciones futuras a tomar decisiones responsables y argumentadas, comprometiéndose por ende, consigo mismo y con su ambiente.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la investigación desarrollada se diseñó una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) enmarcada en el contexto del ODS2: Hambre cero, con la cual se buscó fomentar hábitos de alimentación saludable y propiciar el desarrollo de la habilidad de pensamiento crítico: toma de decisiones, a partir de la resolución de situaciones problema relacionadas con la temática de biocompuestos (proteínas, grasas y carbohidratos). En el presente documento se abordarán algunos de los elementos conceptuales tenidos en cuenta en el diseño de la SEA y los resultados presentados en dos momentos de la aplicación de esta.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Durante el desarrollo de la investigación se abordaron diferentes apartados teóricos, como apoyo para la realización de las diferentes actividades y el análisis de los resultados de estas. A continuación, se mencionan los aportes teóricos contemplados en el diseño de las situaciones problema.

2.1 PENSAMIENTO CRÍTICO Y TOMA DE DECISIONES

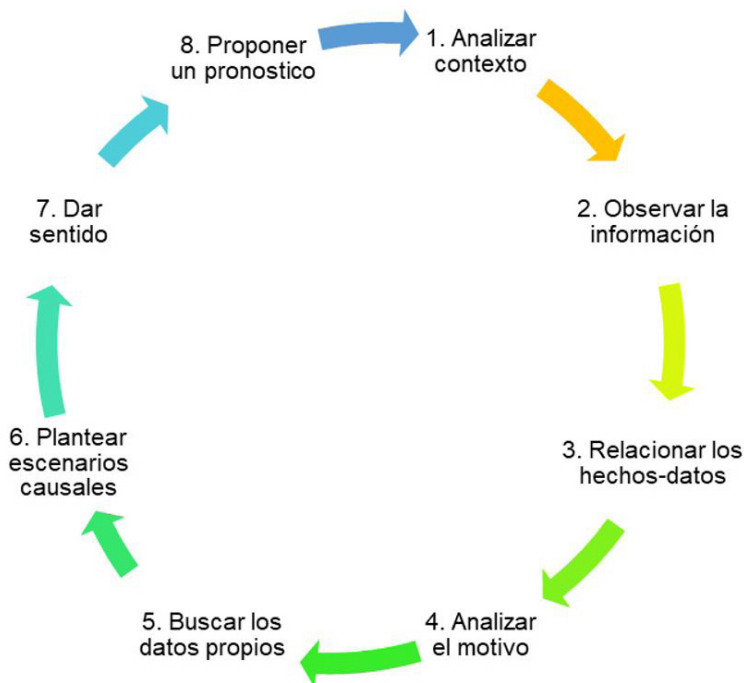
En el presente documento el pensamiento crítico es tomado desde los autores Vázquez y Manassero (2018) quienes lo asumen como la capacidad que tiene una persona de analizar, evaluar y concluir una idea, a partir del uso de sus conocimientos con el fin de comprenderla de una manera crítica, lo cual es ir más allá de una comprensión conceptual; esta comprensión crítica le permite, en este caso al estudiante, desarrollar “habilidades” como la reflexión, la producción de argumentos, la evaluación de posibles soluciones, entre otras.

Para evaluar el desarrollo de habilidades de Pensamiento Crítico Vázquez y Manassero (2018) proponen 4 grupos, los cuales son: Razonamiento, Creatividad, Resolución de Problemas y Evaluación y Juicio; dentro del grupo resolución de problemas se encuentra la toma de dediciones, habilidad que es fomentada en el presente trabajo desde el planteamiento de posibles soluciones a diferentes situaciones problema haciendo uso de 8 pasos propuestos por Saiz (2019).

En la ilustración 1 se observan los 8 pasos propuestos por Saiz (2019); para empezar se contempla que el estudiante analice el contexto de la situación, con esto se refiere a detalles como el año, la época, las personas que están involucradas, entre otras; luego de ello se observa la información, al realizar esto el estudiante puede relacionar los hechos que están presentes en la situación con los datos que se dan al analizar el contexto, para así llegar al paso cuatro y analizar el motivo por el cual se están dando los hechos.

Como quinto paso el estudiante para resolver la situación hace uso de sus conocimientos, recurre así a lo aprendido en clase, y plantea escenarios casuales donde puede analizar y cambiar alguno de los hechos o datos, pero que de igual forma pueda dar sentido a lo que está ocurriendo, y así, por último, proponer una solución a la situación, con la cual se debe sentir satisfecho, pero de no ser así, vuelve y retoma todos o algunos de los pasos anteriormente descritos.

Ilustración 1 Ocho pasos para resolver una situación.



Tomado y adaptado de: Saiz (2019) <http://www.pensamiento-critico.com/archivos/metododiaprovepasos.pdf>

2.2 EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y HÁBITOS DE ALIMENTACIÓN SALUDABLE

En las últimas décadas, la UNESCO viene incentivando a los sistemas educativos del mundo para que las personas tengan una educación de calidad, enfocada en las problemáticas sociales y medio ambientales tanto locales, nacionales y globales. Es por lo anterior, que en el marco de las conferencias llevadas a cabo para hablar sobre el Desarrollo Sostenible (DS), se llegó a la conclusión de ligar la educación para el alcance de este.

Con esta tendencia empieza a aflorar una nueva visión de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), de modo que se busca realizar en términos de Murga (2015) una “Sostenibilización curricular”, lo cual en esencia es transformar y organizar el currículo con base en las competencias en sostenibilidad propuestas por la UNESCO (pp.57).

Ilustración 2 Competencias propuestas por la UNESCO para la sostenibilidad.



Fuente: Elaboración propia.

Las 4 competencias presentadas en la ilustración 2, que se pueden desarrollar para el logro de la EDS, en términos de Murga (2015) son: sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras, toma de decisiones colaborativa, reflexión sistémica, y, por último, análisis crítico dentro de la cual está el componente Pensamiento Crítico (PC), siendo abordado en el presente trabajo desde la habilidad de resolución de problemas a partir de la toma de decisiones.

Un ejemplo de la articulación de los ODS en clases de química fue una investigación desarrollada en Australia por Eaton, Delaney y Schultz (2019) en la cual propusieron la elaboración de mapas mentales para que los estudiantes relacionaran procesos químicos realizados en la industria como el proceso de Haber (empleado en la síntesis de amoníaco) y los impactos positivos, negativos y neutrales que éste proceso puede tener en el cumplimiento de los ODS, los resultados muestran que los estudiantes no solo aprendieron sobre química sino que establecieron relaciones de comprensión entre el contenido temático y el desarrollo sostenible.

En la presente investigación se trabajó el ODS-2: Hambre Cero, el cual plantea en una de sus metas que se quiere “disminuir las formas de hambre y desnutrición para 2030 y velar por el acceso de todas las personas, en especial los niños, a una alimentación suficiente y nutritiva durante todo el año” (PNUD, 2015). Para lograr lo anterior se requiere formar a los estudiantes, para tener hábitos de alimentación saludable, incentivando un compromiso consigo mismo y con los demás, de cómo lo que consumen hace que su calidad de vida pueda ser mejor o peor en el presente y en un futuro. Para ello, se debe fortalecer el pensamiento crítico vinculándolo con el pensamiento científico, el cual está presente en el currículo de las clases de ciencias naturales, y a su vez, articulándolo con la EDS como se ha mencionado.

3 METODOLOGÍA

Esta investigación fue desarrollada como trabajo de grado del programa Maestría en Docencia de la Química, de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia titulado *“Desarrollo de la habilidad de Pensamiento Crítico: Toma de decisiones, mediante situaciones problema enmarcadas en el contexto del Desarrollo Sostenible.”* La implementación fue en el segundo semestre del año 2020, momento en el cual el contexto social estaba en el inicio de la pandemia y en el caso de Colombia se decretó cuarentena, por ello, para llevar a cabo la aplicación de las actividades se diseñó una página web con enlaces a formularios Google para que los participantes dieran respuesta a las situaciones a través de esta aplicación.

En total, se trabajó con un grupo de 15 estudiantes de grado noveno de educación media-bachillerato, de la ciudad de Medellín, Colombia en un rango de edad 14-17 años; se realizaron encuentros sincrónicos para la explicación y contextualización de las actividades y como trabajo asincrónico se dejaban los planteamientos para que los estudiantes desde su interpretación dieran las respuestas.

Como se mencionó antes las actividades implementadas hacen parte de una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) diseñada en el contexto de la investigación; en general se adelantaron 6 sesiones cuya finalidad principal fue propiciar el desarrollo de la toma de decisiones mediante la resolución de situaciones problema enmarcadas en el contexto ODS2: hambre cero, desde allí se relacionó la importancia de tener hábitos de alimentación saludable con la temática biocompuestos (proteínas, lípidos y carbohidratos), y el análisis con la correspondiente proporción recomendada del consumo de estos en un plato saludable según la ONU (2019).

En el diseño de las actividades se tuvieron en cuenta diferentes elementos teóricos y prácticos, con los cuales se brindan herramientas para la construcción de las posibles soluciones a cada una de las situaciones problema presentadas; se propicia así el desarrollo de la toma de decisiones. Para analizar y categorizar cada una de las respuestas presentadas en las situaciones, se adaptó la rúbrica de evaluación propuesta por Murga (2015), con la finalidad de comparar las respuestas iniciales y finales, y así establecer como la implementación de las actividades influyen en el desarrollo de la toma de decisiones en el grupo participante.

A continuación, se describen las tres categorías trabajadas, en la primera “Bueno” se clasificaron las respuestas que tenían en cuenta los elementos teóricos mencionados en la situación, que eran coherentes en lo que proponían como posible solución y finalmente resolvían la situación completamente. En la categoría 2 “Satisfactorio” se clasificaron las

respuestas que resolvieron la situación parcialmente, debido a que tenían en cuenta algunos elementos y en lo que proponían había poca coherencia; y por último en la categoría 3 “Bajo” se encuentran las respuestas que no dieron una solución a la problemática.

4 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de las situaciones problema abordadas en la segunda sesión y la sesión final. La actividad de la segunda sesión estaba titulada “Un paso hacia los hábitos de alimentación saludable” en ésta se presentó la imagen del plato recomendado por la ONU (2019), la clasificación de los alimentos por grupos de biocompuestos (proteínas, lípidos y carbohidratos) y, la emisión de dióxido de carbono como problemática presente en la producción de algunos alimentos; por último, se encuentran las situaciones problema diseñadas en el contexto nacional, presentando afirmaciones de la guía alimentaria del año 2015 elaborada por el gobierno de Colombia.

En las dos situaciones se revisan y desarrollan intencionalmente los 8 pasos que propone Saiz (2019), teniendo en cuenta unas preguntas guía para construir y dar una posible solución; en la primera situación se debía justificar el consumo de vegetales en ensaladas y proponer como se enseñaría esto a comunidades que tienen bajo consumo de vegetales o que solamente las consumen en sopas.

Para la segunda situación, los participantes debían proponer alternativas para incrementar el consumo de proteínas, en regiones donde no se tiene, por ejemplo, cría de animales, ni pesca, teniendo en cuenta la existencia de proteína vegetal y la importancia que tiene el consumo de este grupo de alimentos.

En la clasificación de las respuestas, para la primera situación la categoría satisfactorio fue la que tuvo mayor frecuencia de respuesta con un total de 7 participantes, ya que, los encuestados argumentaron que el consumo de vegetales previene algunas enfermedades como diabetes, obesidad, entre otras y es una fuente de vitaminas y minerales, pero no proponen el cómo enseñarían a la población a incrementar su consumo; este elemento lo tiene en cuenta las respuestas de la categoría bueno con una frecuencia igual a 5 expresando que le podría enseñar a la población la gran variedad para preparar vegetales como en ensaladas y el uso de especias, entre otras. Por último, para la categoría bajo con una frecuencia de 3 encuestados, las respuestas no presentan ningún argumento del porqué consumir vegetales en la dieta diaria.

En las respuestas de la segunda situación, la categoría satisfactorio, presenta la mayor frecuencia de respuestas con un total de 6, mencionan alternativas como cultivo de frutas, de vegetales, comenzar a criar animales como gallinas, a estas respuestas

les falta mayor coherencia en su argumento. En la categoría bueno, hay un total de 5 respuestas en su mayoría argumentaron porque el consumo de proteína vegetal es una alternativa, teniendo en cuenta el contenido nutricional de esta y los beneficios para la salud. Por último, en la categoría bajo con 4 respuestas, no se propone ninguna alternativa, mencionando en unas respuestas algunas funciones de las proteínas en los cuerpos, pero no las fuentes.

Para la sesión final “Concluyendo ideas” las situaciones son planteadas en el contexto nacional, aquí se presentaron afirmaciones de la guía alimentaria propuesta por el gobierno nacional en el año 2015; para la primera situación se menciona el consumo excesivo de alimentos con alto contenido en azúcar y grasa, pero un bajo aporte nutricional, junto con el bajo consumo de frutas y semillas; teniendo en cuenta esto, los participantes debían proponer alimentos pertenecientes a estos grupos, pero que tengan aporte nutricional; para la construcción de la posible solución se debía tener en cuenta los elementos teóricos presentados durante las anteriores sesiones.

En el contexto de la segunda situación se menciona la problemática del alto consumo de alimentos como las gaseosas, fritos, confites, etc., y el bajo consumo de alimentos como las frutas y verduras; luego de esto, se presenta a los estudiantes 3 alimentos “desconocidos” los cuales son carne, huevo y quinua; referenciado sus valores de grasa, carbohidratos, proteína, hierro y calcio, con base en ésta información debían escoger uno de los tres alimentos que se considerara como el “ideal” para una persona, justificando su elección.

Con respecto a las respuestas de la situación uno, los estudiantes proponen diferentes alimentos pertenecientes al grupo de azúcares y grasas, pero no tienen en cuenta o no hacen mención del valor nutritivo de esos alimentos; por ello la categorización satisfactorio tiene una frecuencia de respuesta igual a 9; en las respuestas de la categoría baja, solo mencionaron los alimentos y no los clasificaron en algún grupo; y por último, las respuestas de la categoría bueno con una frecuencia igual a 4, los estudiantes proponen como alimento para el grupo de grasas el aguacate y las frutas en el grupo de azúcares, haciendo mención de que estos alimentos presentan vitaminas y otros nutrientes para el cuerpo.

Además de ello, los participantes proponen informar a la población de la situación sobre los beneficios que tiene el consumo de frutas, verduras y semillas, mencionando su alto contenido nutritivo, el cual proporciona energía para realizar actividades, además de ello mencionan la importancia de enseñar a preparar de diferentes maneras estos alimentos como la elaboración de ensaladas o salpicón para empezar a tomar gusto

por ellos; dentro de las respuestas también proponen realizar ejercicio aumentando su actividad física.

Para la situación número dos, el alimento seleccionado por la mayoría de los estudiantes es la quinua con una frecuencia de respuesta igual a 7, justificando que las proporciones de nutrientes que contiene son las recomendadas para un alimento balanceado, 3 encuestados escogieron como alimento el huevo, 4 personas no seleccionaron ningún alimento de los presentados, para lo cual proponen otro alimento, pero no dan justificación del porqué este sería el “ideal”; y por último, solamente un encuestado selecciono la carne.

Para la categorización de estas respuestas, el alimento seleccionado por los estudiantes podía ser cualquiera de los tres, lo que se tuvo en cuenta fue la justificación y argumento que presentaban, es por lo que en la categoría de bueno se ubican 6 respuestas, en las cuales hacían referencia a las proporciones presentadas como plato saludable en las sesiones anteriores. En la categoría de satisfactorio se tuvieron en cuenta algunos elementos generales de las propiedades pero no se diferenciaban, y finalmente en la categoría de bajo los estudiantes no justificaron ni mencionaron el porqué de su elección.

Tabla 1 Frecuencia de respuesta para las situaciones problema por categoría.

Categoría	Segunda sesión		Promedio	Sesión final		Promedio
	Situación 1	Situación 2		Situación 1	Situación 2	
Bueno	5	5	5	4	6	5
Satisfactorio	7	6	7	9	7	8
Bajo	3	4	3	2	2	2

Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, como se puede observar en la Tabla 1, se puede afirmar que se fomentó en los estudiantes el desarrollo de la habilidad toma de decisiones, aunque no fue contundente, pues aún les falta incluir argumentos propios y elaborados en las soluciones planteadas.

De lo anterior se infiere que la explicación de algunos elementos teóricos como el plato nutritivo y los biocompuestos fundamenta los conceptos empleados por los estudiantes para interpretación de las situaciones y el planteamiento de las posibles soluciones; y a su vez, dan cuenta de los aprendizajes sobre el ODS 2 en particular y la importancia de tener hábitos de alimentación saludable para el cumplimiento del mismo, estos resultados se asemejan con los presentados por Eaton et al. (2019).

5 CONCLUSIONES

Se puede concluir que la implementación de las diferentes actividades y sesiones planteadas en la SEA permitió fortalecer la habilidad de resolución de problemas a partir de la toma de decisiones, incrementando la frecuencia de respuesta hacia la categoría de satisfactorio y bueno; en cuanto a la implementación de los 8 pasos propuestos por Saiz, favoreció el fortalecimiento de la habilidad al presentar las preguntas guía para resolver una situación.

En cuanto al enfoque educación para el desarrollo sostenible, se percibe una buena recepción por parte de los participantes, debido al incremento de uso de argumentos relacionados con los hábitos de alimentación saludable, reconociendo en algunas ocasiones sus proporciones y la importancia que presentan para prevenir algunas enfermedades; además de ello, en sus posibles soluciones proponen diferentes estrategias de divulgación sobre estos, invitando a los demás a tener hábitos saludables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación; la Agricultura (FAO). (2015). Documento técnico Guías Alimentarias Basadas en Alimentos para la población colombiana mayor de 2 años. Colombia. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/guias-alimentarias-basadas-en-alimentos.pdf>

Eaton, A., Delaney, S., & Schultz, M. (2019). Situating Sustainable Development within Secondary Chemistry Education via Systems Thinking: A Depth Study Approach. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2968–2974. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00266>

Ipuz, M., & Parga, D. (2014). Dificultades de enseñanza-aprendizaje y su relación con las actitudes hacia la química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED(Extraordinario)*, 77-83.

Molina, M., Carriazo, J., & Casas, J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED (33)*, 103-122.

Murga-Menoyo, M. A. (2015). Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. *Foro de Educación*, 13(19), 55–83. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.004>

ONU. (2019). Sustainable Diet. *UN CC:E-Learn*. <https://unccelearn.org/course/view.php?id=56&page=overview>

PNUD. (2015). *Objetivo 2: Hambre Cero*. Programa de Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-2-zero-hunger.html>

Saiz, C. (2019). Proceso de aprendizaje del pensamiento crítico. *IV Seminario Internacional de Pensamiento Crítico*. <http://www.pensamiento-critico.com/archivos/metododiaprovepasos.pdf>

Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las ciencias*, 27(1), 33-48.

Vázquez, Á., & Manassero, M. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 17(2), 309-336.

Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2018). Una taxonomía de las destrezas de pensamiento: una herramienta clave para la alfabetización científica. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis, Extraordinário.*, 1-7. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9189>

CAPÍTULO 6

TRABAJO EN EQUIPO Y POR PROYECTOS BAJO LOS CONCEPTOS DEL CEREBRO TRIÁDICO PARA EL LOGRO DE COMPETENCIAS EN UNA ASIGNATURA DE CIENCIAS: EL TRICEREBRAR

Data de submissão: 29/09/2021

Data de aceite: 14/10/2021

Margarita Patiño Jaramillo

Ingeniera Química
Máster en Educación
Ambientes virtuales de aprendizaje
Instituto Tecnológico Metropolitano, ITM
Facultad de Ingenierías
Medellín, Antioquia, Colombia
ORCID: 0000-0002-1908-8802

John Jairo García Mora

Licenciado en Educación
Máster en Educación y Desarrollo Humano
Instituto Tecnológico Metropolitano, ITM
Facultad de Ingenierías
Medellín, Antioquia, Colombia
ORCID: 0000-0002-2400-3594

RESUMEN: En este documento se presenta una síntesis de la estrategia utilizada en dos cursos de química básica, cada uno con 40 estudiantes, la que consistió en el trabajo cooperativo e individual de los estudiantes, con la variación en la selección de los equipos, la que se hizo utilizando el RCMT, Revelador del Cociente Mental Triádico (De Grégory W. , 1999), el que trata de la potenciación del cerebro en tres procesos como estrategia

revolucionaria del cambio personal y social en el campo de la educación, siendo la idea central el conocimiento sobre el cerebro y su uso sicopedagógico y social manejando los tres hemisferios, el derecho, izquierdo y central, sin menospreciar los conocimientos previos del estudiante, para así, orientar su pensamiento analítico y científico en la asignatura de química básica. La muestra dividida en dos grupos, uno con clase tradicional magistral y el otro con trabajo cooperativo y ejecución de un proyecto en el que se apliquen los conceptos de la química. La investigación ha sido con enfoque cualitativo, descriptivo e interpretativo y pone de manifiesto la importancia de renovar las estrategias metodológicas tradicionales, en tanto que el fortalecimiento de las actitudes desde el aula permite el desarrollo de procesos de pensamiento lógico analítico, comunicativo, y hace que los estudiantes aprendan más rápido.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje cooperativo. Química. Tricerebrar. Cerebro Triádico.

TEAMWORK AND BY PROJECTS UNDER THE CONCEPTS OF THE TRIADIC BRAIN FOR ACHIEVING COMPETENCES IN A SCIENCE COURSE: THE "TRICEREBRAR"

ABSTRACT: This document summarizes the strategy followed in two courses in basic chemistry is presented, each with 40 students, which consisted of the cooperative and individual work of students, with variation in

the selection of equipment, which was made using the RTMQ, Revealer of the Triadic Mental Quotient (De Gregory, 1999), which deals with the empowerment of the brain in three processes as a revolutionary strategy of personal and social change in the field of education, being the central idea the knowledge about the brain and its psychopedagogical and social use managing the three hemispheres, the right, left and central, without underestimating the previous knowledge of the student, in order to guide his analytical and scientific thinking in the subject of basic chemistry. The sample divided into two groups, one with traditional master class and the other with cooperative work and execution of a project in which the concepts of chemistry are applied. The research has been with a qualitative, descriptive and interpretative approach and highlights the importance of renewing traditional methodological strategies, while the strengthening of attitudes from the classroom allows the development of logical, analytical, communicative thinking processes and makes the students learn faster.

KEYWORDS: Cooperative learning. Chemistry. Tricerebrar. Triadic-brain.

1 INTRODUCCIÓN

En este trabajo, se explora y se estudia la eficacia, que ha de tener la aplicación de la metodología del trabajo en equipo y cooperativo para la enseñanza de las ciencias naturales, en nuestro caso, la química. Aquí el trabajo en equipo es presentado como un proceso espontáneo desarrollado desde las ciencias químicas, bajo las características del trabajo científico y la investigación, donde la ciencia se presenta como una construcción social, algo que necesariamente involucra el diálogo entre los estudiantes, en el momento en que se reconocen como pares, lo que ha sido utilizado ampliamente como estrategia pedagógica.

La aplicación de esta metodología pretende subsanar algunas problemáticas que actualmente suele presentar el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias, como son el pensamiento lógico, las concepciones erróneas, la ausencia de conocimientos para la elaboración de los procedimientos matemáticos, así mismo, favorece las relaciones interpersonales, también, se trabaja la autonomía para favorecer una mayor responsabilidad del estudiante hacia el aprendizaje el trabajo cooperativo y en equipo (Johnson & Holubec, 1999).

Por otra parte, el aprendizaje basado en proyectos es una metodología que permite a los estudiantes adquirir los conocimientos y competencias clave en el siglo XXI en la que se dan respuesta a problemas de la vida real. Los estudiantes se convierten en protagonistas de su propio aprendizaje y desarrollan su autonomía y responsabilidad (Planeta, s. f), para este proceso se trabaja en equipo bajo la teoría tricerebrar, utilizando el test Revelador del Cociente Mental Triádico RCMT (De Grégory, 2014), este proceso ha sido bajo un enfoque cualitativo, descriptivo e interpretativo, pone de manifiesto la importancia de renovar las estrategias metodológicas tradicionales.

2 EL TRABAJO COOPERATIVO EN EL AULA DE CLASE

Aprender es algo que los estudiantes hacen, y no algo que se les hace a ellos. El aprendizaje no es un encuentro deportivo al que uno puede asistir como espectador. Requiere la participación directa y activa de los estudiantes. Al igual que los alpinistas, los estudiantes escalan más fácilmente las cimas del aprendizaje cuando lo hacen formando parte de un equipo cooperativo (Johnson D. W., 1999). Este método de Aprendizaje enmarcados dentro de la corriente interaccionista se circunscribe dentro de un modelo de intervención por cuanto reconocen el valor de las relaciones interpersonales en el ámbito escolar.

El aprendizaje cooperativo es definido por Jhonson y Holubec (1999) como “una estrategia de enseñanza co-instruccional, en la cual los estudiantes aprenden con una orientación motivadora a la vez que desarrollan habilidades de carácter cognitivo, valorativo y socio afectivo” cuando cooperan con su compañero, así que esta cooperación ha de iniciarse en el aula, bajo la creación de unas dinámicas de grupos en torno a proyectos comunes, por lo que se conforman equipos pequeños a la luz de la teoría de la cibernética social y utilizando el RCMT (De Grégory, 2014), para así enfrentarse a una clase tradicional combinada con el trabajo cooperativo dirigido y el desarrollo de un proyecto en el que se aplican los conceptos de la química al interior de sus prácticas de laboratorio (Johnson & Holubec, 1999)

3 MODELO DEL CEREBRO TRIÁDICO

Según McLean (1990), el cerebro triádico plantea que el cerebro humano está conformado por tres estructuras cerebrales, con tres procesos mentales distintos, pero interligados y sinérgicos que en ocasiones funcionan más separadamente; estos lados del cerebro reciben el nombre: de cerebro reptílico o parte central, cerebro derecho o intuitivo, cerebro izquierdo o lógico.

Cerebro central, reptílico o proceso operativo, factual, el más antiguo y que corresponde al cerebro que tienen los reptiles es el cerebro visceral, lo llaman también arquicéfalos. Es hereditario, instintivo, inconsciente, cuántico, biológico, se asocia con la acción, la experiencia, su identificación primera es con la motricidad, con la parte más muscular, su funcionamiento es automático, no depende de un acto de voluntad, cuando se trate de sexualidad o de comida o acciones de sobrevivencia (De Grégory, 2002)

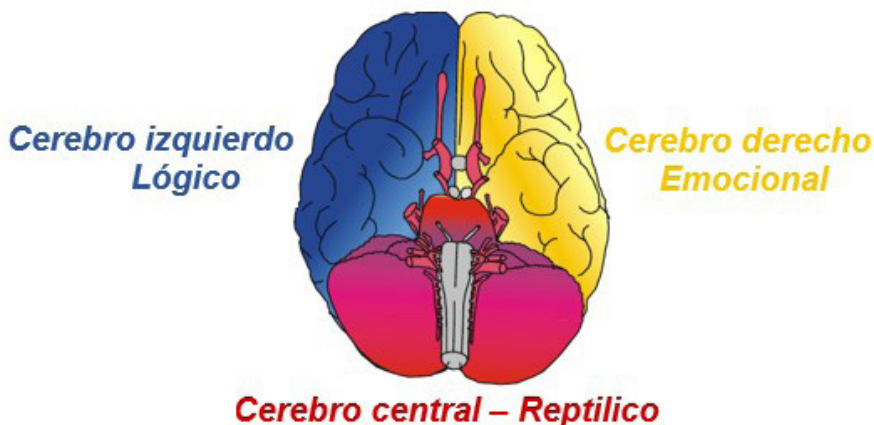
Cerebro derecho, emocional, parte derecha o proceso intuitivo, conocido también como la parte límbica del cerebro, que es el lado emocional, creativo, el lado sensible o el

lado privilegiado del vidente, del esotérico o del espiritualista: Es no verbal, subconsciente, se asocia con la religión, lo sobrenatural y la magia.

Cerebro izquierdo, lógico, también llamado neocórtex, considerado el lado analítico, crítico lógico, semiconsciente, es verbal e intencional. La parte derecha izquierda del cerebro manejan símbolos, representaciones virtuales de la realidad, que son verbales e imagéticas (icónicas, artísticas) respectivamente.

Los tres bloques y tres procesos están interligados e intercomunicados por el cuerpo calloso que es como el puente, el eje o el que los atrae y hace interactuar. El cuerpo calloso se compone de unos 200 millones de fibras girando, 4 mil millones de señales por segundo, de un lado a otro.

Imagen 1. Cerebro tri – uno.



Fuente. (De Grégori, Waldemar, 2002)

Existe una estrategia pedagógica fundamentada en conceptualizaciones diferentes a las tradicionales:

El nuevo paradigma para aprender de la ciencia acentúa su compromiso y significado en el constructivismo inductivo tricerebral: los años 90 fueron la década del cerebro, de las investigaciones y experiencias, como la electrofisiología, la neuroquímica, las neurociencias, la psicología del aprendizaje, del constructivismo piagetiano y vigostkyano; fue la época de las ciencias de la cognición, de la “ciberciencia” o desarrollo de la inteligencia artificial. Fuera del campo de la ciencia han proliferado las corrientes esotéricas, místicas, ocultistas con uso de meditación o de drogas para amplificar el estado de conciencia. Ahora el neoliberalismo descubre que el futuro de la producción depende menos de brazos y más de cerebros y empieza a clasificar los trabajadores no más como mano de obra, sino como “capital intelectual”.

A partir de ese momento, se deja atrás otros modelos o paradigmas de cerebro, como el enfoque monádico, que consideraba el cerebro como un proceso único bajo el título general de inteligencia, conciencia y razón. El iluminismo, el método científico, el test de cociente intelectual y los actuales currículos escolares que son derivados de esa concepción.

Se deja también, el paradigma diádico, que consideraba el cerebro en dos niveles o procesos bajo nombres dicotómicos y antagónicos, como cuerpo - alma, materia - espíritu, objeto - sujeto, cuerpo - mente, mente - espíritu. Ese enfoque diádico corresponde a una proyección anticuada de clases sociales en inferiores - superiores, dirigidas - dirigentes, natural - sobrenatural, esclavos – señores.

En los últimos años aparecieron libros de mucho éxito como *Las Inteligencias Múltiples*, de Howard Gardner, que es un listado monádico (porque no presenta un patrón de interrelación) de funciones mentales; y el libro de Daniel Goleman, *Inteligencia Emocional*, con su prueba de cociente emocional, que puede ser considerado monádico, si se ve como sustitución del enfoque del cociente intelectual, o como diádico, si se ve en competencia con él. Las informaciones producidas por ellos son reaprovechadas bajo el nuevo enfoque triádico.

4 ACTUACIÓN INTEGRADA DE LOS TRES CEREBROS

La secuencia integrada mínima de un cerebro triádico es: Sentir-pensar-actuar; pensar-sentir-actuar; actuar-sentir-pensar, etc.; o en cualquier forma de zigzag, recurrentemente. Es lo mismo que decir: inputs – transformación - outputs.

La secuencia completa tiene el nombre de “Ciclo Cibernético de Transformación”, CCT, el que consiste es el flujograma ejecutado por cualquier sistema en su faja interna para “trabajar” lo que recibe desde la toma de inputs por la atención, pasando por el procesamiento triádico interno, emergiendo en los outputs.

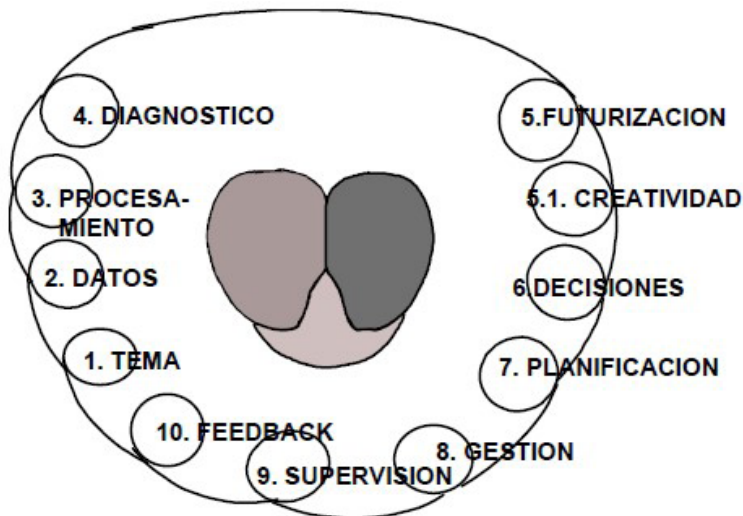
Imagen 2. Feedback del CCT de un sistema.



Fuente. (De Grégori, Waldemar, 2002)

Por efecto del feedback, hay un retorno al comienzo-inputs, formando ciclos sucesivos que se pueden representar por una espiral. Pero, para llegar a ella, se comienza por el CCT mínimo de tres funciones, como arriba. Como cada paso supone los demás para ser realizado, formando microciclos dentro del ciclo mayor, recurrentemente, presentamos ese gráfico:

Imagen 3. Ciclo Cibernético de Transformación.



Por el paradigma triádico del cerebro será inadecuado decir que la función individual, grupal, societaria del cerebro es solamente pensar o producir conocimiento, pues sería reducirlo solamente a las operaciones lógicas, predominantes en la dimensión neocortical/izquierda/frontal del mismo. El cerebro es triádico con predominio de uno de sus lados y tiene por función informar, regular todo el sistema y direccionarlo estratégicamente para garantizar la sobrevivencia y reproducción con disfrute. Pensar, crear y luchar para sobrevivir.

Ahora sabiendo que el potencial mental triádico, tiene por lo menos tres partes que funcionan de manera integrada, aunque la contribución de cada una de ellas sea diferente dependiendo de su acondicionamiento biológico, de su educación familiar-escolar y del medio ambiente educativo y social global.

Lo anterior, se ha utilizado para conformar los grupos interdisciplinarios de tres estudiantes siguiendo la línea del tricerebrar, para enriquecer el trabajo cooperativo, que según Johnson y Johnson (1998), destacan que el aprendizaje cooperativo, AC, “es el uso instructivo de grupos pequeños para que los estudiantes trabajen juntos y aprovechen al máximo el aprendizaje propio y el que se produce en la interrelación”. Estos

autores definen que cooperar significa trabajar juntos para lograr objetivos compartidos y también destacan que dentro de las actividades cooperativas los estudiantes buscan los resultados que son beneficiosos para ellos mismos y para los otros miembros del grupo. Además, hace referencia (Paulson, 1999), que el AC se entiende como tal a un conjunto de métodos de enseñanza que requieren la participación 'activa' de los docentes y estudiantes. Se dice que es 'activa' ya que en lugar de que se 'transmita' el conocimiento como producto, este se adquiere durante el proceso, a través de las interacciones estudiante - estudiante y estudiante-docente.

5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años se ha incrementado la apatía de los estudiantes hacia el estudio, evidenciándose en el bajo desempeño académico que presentan y en la poca motivación que tienen para superar las dificultades escolares. Son muchas las estrategias pedagógicas y didácticas implementadas que buscan alternativas para que los jóvenes aprendan con agrado y mejoren sus niveles de competencia, pero en su mayoría estos esfuerzos han fracasado.

Por tal razón, tomando como base que todos no aprenden del mismo modo, se pretende en este trabajo aplicar el enfoque triádico para identificar y conocer en cada uno de los estudiantes involucrados en este proceso, las particularidades y facultades mentales a través del RCMT y según esta categorización del estudiante, conformar los equipos de trabajo cooperativo, y hacer seguimiento a su desempeño académico.

En consecuencia, la pregunta de este proceso se centra en buscar respuesta al siguiente interrogante: ¿Cómo incide la teoría del tricerebrar y el trabajo cooperativo en el rendimiento académico de los estudiantes de química básica?














6 MÉTODO















El enfoque de la investigación realizada es cualitativa, de orden empírico analítico, pues se trata de medir el impacto que tiene la aplicación de la teoría de la del tricerebrar con la aplicación del RCMT para la conformación de los equipos para el trabajo cooperativo, utilizando técnica cuantitativa la que se desarrolla a partir del RCMT, para luego comparar el rendimiento de los estudiantes, ya que se cuenta con dos grupos en y a uno de ellos solamente se le aplica la metodología descrita, por lo que se aplicó el cuestionario de RCMT, validado por el Doctor Waldemar De Grégori, para tabular los datos según sean los estudiantes: lógicos, creativos o comunicativos para luego observar los grupos de trabajo cooperativo conformados por tres estudiantes (Patiño Jaramillo, 2008).

Ahora ya sabemos que el potencial mental tiene, por lo menos, tres partes que funcionan de manera integrada, sinérgica, aunque la contribución de cada una de ellas sea diferente dependiendo de su dotación genético – biológico, de su educación familiar y escolar, del medio ambiente educativo, de su acondicionamiento biológico, de su educación familiar- escolar, y del medio ambiente educativo y social.

Para usar el RCMT, debe responder con criterio de responsabilidad honestidad a las preguntas, que son en total 27, es una autoevaluación. Es un test subjetivo que cuando lo responda, tendrá una fotografía triádica o tridimensional de su cerebro.

Tabla 1. Revelador del Cociente Mental Triádico.

EVALÚE CON NOTAS DE 1 (MÍNIMO) HASTA 5 (MÁXIMO) Y ESCRÍBALAS DENTRO DE LA FIGURA QUE LE CORRESPONDA		
01	Al fin del día, de la semana, o de una actividad, ¿haces revisión, evaluación?	
02	En tu casa, en tu habitación, en tu lugar de trabajo, ¿hay orden, organización?	
03	¿Crees que tu cuerpo, tu energía son parte de un todo mayor, de alguna fuerza superior, invisible, espiritual y eterna?	
04	¿Sabes contar chistes? ¿Vives alegre, optimista y disfrutando a pesar de todo?	
05	Dialogando o discutiendo, ¿tienes buenas explicaciones, argumentos, sabes rebatir?	
06	¿Tienes presentimientos, premoniciones, sueños nocturnos que se realizan?	
07	En la relación afectiva, ¿te comprometes a fondo, con romanticismo, con pasión?	
08	¿Sabes hablar frente a un grupo, dominas las palabras con fluidez y corrección?	
09	Cuando hablas, ¿gesticulas, mueves el cuerpo, miras a todas las personas?	
10	¿Te puedes imaginar en la ropa de otra persona y sentir cómo ella se siente	
11	¿Sabes alinear los pro y los contra de un problema, logras discernirlos y emitir juicios correctos?	
12	Cuando narras un hecho ¿le pones muchos detalles, te gusta dar todos los pormenores?	
13	Al comprar o vender ¿te sale bien, sacas ventajas, ganas plata?	

EVALÚE CON NOTAS DE 1 (MÍNIMO) HASTA 5 (MÁXIMO) Y ESCRÍBALAS DENTRO DE LA FIGURA QUE LE CORRESPONDA		
14	Te gusta innovar, cambiar la rutina de la vida, del ambiente, tienes soluciones creativas, originales?	
15	¿Controlas tus ímpetus y te detienes a tiempo para pensar en las consecuencias antes de actuar?	
16	Antes de aceptar cualquier información como cierta, ¿te dedicas a recoger más datos y a averiguar las fuentes?	
17	¿Qué habilidades manuales tienes con agujas, serrucho, martillo, jardinería o para arreglar cosas dañadas?	
18	Frente a una tarea difícil, ¿tienes capacidad de concentración, de continuidad, de aguante?	
19	En la posición de jefe, ¿sabes dividir tareas, calcular tiempo para cada una dar órdenes cortas, exigir la ejecución?	
20	¿Te detienes a ponerle atención a una puesta de sol, a un pájaro, a un paisaje?	
21	¿Tienes atracción por aventuras, tareas desconocidas, iniciar algo que nadie hizo antes?	
22	¿Te autorizas a dudar de las informaciones de la TV, de personas de la política, de la religión, de la ciencia?	
23	¿Logras transformar tus sueños e ideales en cosas concretas, realizaciones que progresan y duran?	
24	¿Tienes el hábito de pensar en el día de mañana, en el año próximo, en los próximos diez años?	
25	¿Tienes facilidad con máquinas y aparatos como grabadoras, calculadoras, lavadoras, computadoras, autos?	
26	¿Eres rápido en lo que haces, tu tiempo rinde más que el de tus colegas, terminas bien y a tiempo lo que empiezas?	
27	Cuando trabajas o te comunicas, ¿usas los números, usas estadísticas, porcentajes, matemáticas?	
ESCALA DE INTENSIDAD: MÍNIMO (9) - MEDIO (28 a 34) – SUPERIOR (35 a 39) - Máximo (40 a 45)		
Ley de proporcionalidad: lados iguales se anulan; diferencia mayor que 7 es desproporcionalidad		

Fuente. De Grégori, Waldemar Neuroeducación para el Éxito. (2014)

Ley de la proporcionalidad: lados con menos de 2 puntos de diferencia se anulan; con diferencia mayor que 7 el mayor anula al menor.

Procesamiento e interpretación de los datos del RCMT

Suma todas las calificaciones de todos los rectángulos (los que corresponden

al cerebro izquierdo). Sume ahora los resultados de todos los triángulos, (corresponden al cerebro central). Finalmente, sume las calificaciones de los círculos (corresponden al cerebro derecho (De Grégori, Waldemar, 2002).

Ahora tenga en cuenta la escala de intensidad:

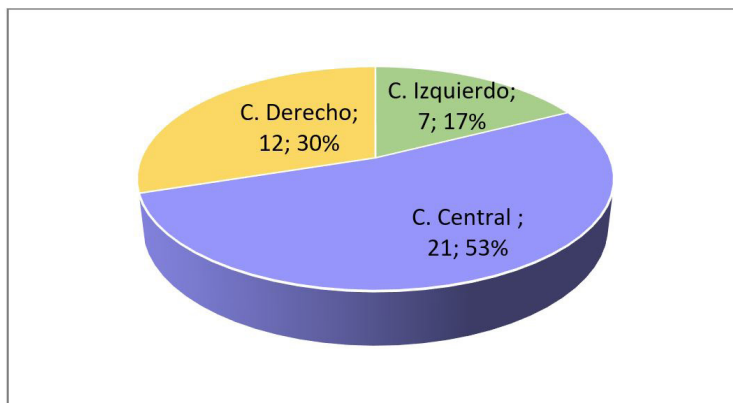
- El promedio estará entre 28 y 34 puntos, significa bueno o normal.
- Más bajo de 28, significa débil, subdesarrollado, siendo 9 el puntaje mínimo.
- Intensidad entre 35 y 39, indica un tricerebrar superior.
- Por encima de 40, es fuerte, excelente, siendo el máximo 45 puntos, que sería genio.
- Si el puntaje de un proceso mental está muy abajo de 28 puntos, se trata de una atrofia, de una excepcionalidad negative. Si el puntaje es por encima de 35 acercándose a 45, se trata de un superdotado, de excepcionalidad positive. Es imposible ser superdotado en los tres procesos mentales.
- Siempre habrá un lado dominante y uno subdominante que se dicen sus fortalezas de su cerebro; y un tercer más débil que se dice la debilidad o el lado vulnerable de su cerebro.
- La ley de proporcionalidad: entre los tres cerebros es necesario que existan diferencias proporcionales para que funcione bien. En números, esto quiere decir, dos cosas: primero, no puede haber diferencia menor de dos puntos, pues los cerebros se enganchan, se enredan el uno en el otro, y esto crea dudas e indecisión en las áreas correspondientes; esto ocurre cuando hay transición de un ciclo a otro de la vida, a cada siete o nueve años, fenómeno llamado crisis, pero es transitorio. Segundo, no puede haber diferencia mayor de siete puntos, pues el mayor anulará al menor impidiéndole funcionar; esto caracteriza un desequilibrio, una enfermedad inicial o creciente que puede llevar al fundamentalismo, al radicalismo, al distanciamiento de la normalidad: fanáticos por una ideología tiene un cerebro izquierdo desproporcional; fanáticos por una religión, por fútbol o por un vicio tienen el cerebro derecho desproporcional; y fanáticos por el dinero, el poder y la violencia tienen el cerebro central desproporcional. En ambos casos la persona se queda sin poder usar plenamente sus tres procesos mentales y la vida le rinde menos (De Grégori, Waldemar, 2002)

7 RESULTADOS

Aplicando la prueba RCMT, se han obtenido los siguientes datos, de los 40 estudiantes hombres y mujeres se encontró que la dominancia del cerebro es: 12

estudiantes, el 30% presentan cerebro derecho, es decir son intuitivos, reintegradores, emocionales, sensoriales, espaciales, espontáneos relajados, se sienten libres, asociativos, artísticos, contemplativos, sonoros, no lineales. 21 estudiantes manifiestan tener cerebro central, es decir, se inclinan a lo concreto, algo agresivos para la sobrevivencia, planificadores, administradores, políticos. 7 estudiantes se inclinan a tener cerebro izquierdo, siendo verbales, analíticos, lógicos, alerta, vigilantes, articuladores, críticos, investigadores, visuales, lo que se manifiesta en la imagen número 4:

Imagen 4. Caracterización de los estudiantes, según el RCMT.



Fuente. Elaboración propia.

Las estadísticas muestran una dominancia cerebral del cerebro central de los estudiantes es básicamente en cuanto a la distribución cerebral, derecha, lo que ha permitido conformar triadas apoyadas por los siete estudiantes con predominancia izquierda para su trabajo colaborativo.

8 DISCUSIÓN

Este trabajo se realizó con la finalidad de que los estudiantes de la materia de Química Básica del primer semestre de universidad en el ITM mejoren su rendimiento académico. Se trabajó con dos grupos, y solamente en uno se implementó el método de aprendizaje cooperativo utilizando el RCMT. Tras comparar los resultados en cada parcial se observó que el grupo experimental tuvo mejor promedio general que el grupo control en cada una de sus evaluaciones. Esto concuerda con estudios realizados por diversos autores, tales como (Reguera González, 2010), (Medrano Gerardo & Garibay López, 2015), quienes señalan que este método influye positivamente en el aprendizaje de los estudiantes. Es preciso señalar que esta metodología está fundamentada en el paradigma constructivista, donde el estudiante participa de manera activa construyendo

su propio conocimiento, así mismo la categorización de los estudiantes ha ayudado en este proceso.

9 CONCLUSIONES

La teoría tricerebral de Gregori aporta al conocimiento profundo de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Permite ver a los jóvenes estudiantes como seres integrales, con la posibilidad de potenciar todas sus habilidades y competencias desde la escuela. La aplicación del RCMT, en conjunto, permiten registrar de manera objetiva y puntual el nivel de los procesos de cada uno de los estudiantes, lo cual se constituye en una herramienta valiosa ya que permitió constituir grupos de trabajo colaborativo interdisciplinarios. También puede permitir a los docentes generar estrategias metodológicas, enriqueciendo cada vez más la práctica pedagógica, con el fin de estructurar el pensamiento lógico, científico y reflexivo de los estudiantes con el fin de generar proyectos contextualizados para aplicar los conceptos de la química, y por qué no la solución de problemas de la vida cotidiana e incentivar la buena convivencia entre los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

De Grégori, W. (2002). *Construcción Familiar - Escolar de LOS TRES CEREBROS*. Boogtá: Kimpres.

De Grégori, Waldemar. (2002). *Capital intelectual: administración sistémica manual de juegos de cooperación y competencia*. McGraw-Hill.

De Gregori, Waldemar. (2002). *construcción familiar - escolar de los 3 cerebros*. Bogotá: Kimpes Ltda.

De Grégori, W. (1999). *En busca de una nueva Noología*. Obtenido de <http://mingaonline.uach.cl/pdf/estped/n25/art04.pdf>

De Grégori, W. (2014). *Neuroeducación para el éxito*. Obtenido de https://books.google.com.br/books?id=oWmsBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Johnson, D. W. (1999). *Cooperatiae Learning in the Classroom*. Paidós SAICF. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/1626-2019-03-15-JOHNSON%20El%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20aula.pdf>

Johnson, D. W., & Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/265567256_El_aprendizaje_cooperativo_en_el_aula

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1998). *Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive and Individualistic*. Pearson.

McLean, O. D. (1990). *The Triune Brain in Evolution: Role in Paleocerebral Functions*. New York: Plenum press in a diivision of plenum publishing corpotation.

Medrano Gerardo, C. O., & Garibay López, J. L. (2015). A EFICIENCIA DEL APRENDIZAJE COOPERATIVO EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR. *RIDE. Revista Iberoamericana para la investigación y desarrollo educativo*, 6(11).

Patiño Jaramillo, M. E. (2008). *Conozca su cerebro*. Obtenido de https://www.academia.edu/37299091/CONOZCA_SU_CEREBRO

Paulson, D. R. (1999). Active Learning and Cooperative Learning in the Organic Chemistry Lecture Class. *Journal of Chemical Education*, 76, 1136 - 1140.

Planeta, A. (s. f). *Cómo aplicar el aprendizaje basado en proyectos en diez pasos*. Obtenido de <http://www.aulaplaneta.com/2015/02/04/recursos-tic/como-aplicar-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-en-diez-pasos/>

Reguera González, D. (2010). *Efectos del método de aprendizaje cooperativo en el rendimiento académico de los estudiantes del 5° nivel de idiomas extranjeros de la Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades. Tesis para obtener el grado académico de Magister en Educación*. Perú.

CAPÍTULO 7

¿CÓMO PRESENTAN PROFESORES LATINOAMERICANOS LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN EL AULA? UN ESTUDIO DE CASOS BASADO EN DOS EVENTOS INTERNACIONALES¹

Data de submissão: 12/09/2021

Data de aceite: 30/09/2021

Elisabeth Ramos-Rodríguez

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Valparaíso, Chile
Orcid: 0000-0002-8409-4125

Astrid Morales Soto

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Valparaíso, Chile
Orcid: 0000-0001-7569-6362

RESUMEN: La modelación matemática en educación es un tema de interés que ha tomado espacio en reuniones científicas, donde hace décadas se observan investigadores dedicados a conceptualizar este constructo con miras a su comprensión. En este contexto, con propósito de generar una instancia reflexiva sobre la enseñanza de la modelación matemática por profesores latinoamericanos, se realiza un taller en un congreso internacional en Colombia y otro en Argentina. Considerando las producciones de los docentes en estos encuentros, nos planteamos como objetivo de

¹ Trabajo basado en la comunicación presentada en XXXI Reunión Latinoamérica de Investigación en Educación matemática (RELME 31), Lima, Perú.

Trabajo financiado parcialmente por ANID (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo) a través del proyecto 11190553.

estudio indagar en la forma en que profesores latinoamericanos presentan esta habilidad en sus aulas. Nos basamos teóricamente en la noción de modelación matemática y las formas de enseñarla, quien plantea que actualmente su tratamiento obedece al nivel de participación del estudiante y del profesor. Bajo el paradigma cualitativo, evidenciamos la existencia de tres formas de tratar la modelación en el aula, donde la más usual es aquella donde el profesor propone el problema, entregando los datos cualitativos y cuantitativos que involucra, dejando a los estudiantes solamente la etapa de resolución. La distancia entre estas formas de presentar la modelación matemática nos plantea una problemática que debemos tener en cuenta en la educación de nuestros alumnos.

PALABRAS CLAVE: Modelación matemática. Formación de profesores. Enseñanza de la matemática.

COMO OS PROFESSORES LATINO-AMERICANOS APRESENTAM A MODELAGEM MATEMÁTICA EM SALA DE AULA? UM ESTUDO DE CASO BASEADO EM DOIS EVENTOS INTERNACIONAIS

RESUMO: A modelagem matemática na educação é um tema de interesse que tem ganhado espaço em reuniões científicas, onde há décadas se observam pesquisadores que se dedicam a conceituar esse construto com vistas a compreendê-lo. Nesse contexto, com

o objetivo de gerar uma instância reflexiva sobre o ensino de modelagem matemática por professores latino-americanos, foi realizado um workshop em um congresso internacional na Colômbia e outro na Argentina. Considerando as produções dos professores nesses encontros, propusemo-nos como objetivo de estudo investigar a forma como os professores latino-americanos apresentam essa habilidade em suas salas de aula. Baseamo-nos teoricamente na noção de modelação matemática e nas formas de a ensinar que afirma que atualmente o seu tratamento obedece ao nível de participação do aluno e do professor. Sob o paradigma qualitativo, mostramos a existência de três formas de tratamento da modelagem em sala de aula, sendo a mais usual aquela em que o professor propõe o problema, entregando os dados qualitativos e quantitativos envolvidos, cabendo aos alunos apenas a fase de resolução. A distância entre essas formas de apresentação da modelagem matemática levanta um problema que devemos levar em consideração na formação de nossos alunos.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem matemática. Formação de professores. Ensino de matemática.

1 INTRODUCCIÓN

La introducción explícita de la Modelación Matemática (MM) en educación ha sido fuente de variados estudios (Blum & Niss, 1991, Blum & Borromeo 2009, Borromeo 2006) tomando incluso espacio en reuniones científicas como en la International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications, ICTMA (Lesh, Galbraith, Haines & Hurford, 2013), la International Conference in Mathematics Education, ICME (Brown & Ikeda, 2015), en la X Conferencia Nacional Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira, CNMEM (Barbosa, Caldeira, Araújo, 2007), en la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa, RELME (Cordero, Suárez, Mena, Rodríguez, Romo, Cârsteanu y Solís, 2009), en el Congreso Iberoamericano de Educación Matemática, CIBEM (Yamile, Salazar y Romero, 2013), entre otras.

En esta línea desde hace varias décadas, contamos con diversos investigadores (como Blum y Borromeo (2009) y Swetz y Hartzler (1999), entre otros) que se han interesado en conceptualizarla con miras a su comprensión. En esta revisión se pueden observar sistematizaciones de lo que implica la MM en la enseñanza y cómo lo tratan los educadores de esta disciplina. Desde Australia, Galbraith (1995) propone que hay distintas formas de presentar la MM en el aula, que tienen que ver con el nivel de participación del estudiante y del profesor. Su propuesta es atractiva a los ojos de otros investigadores, por ejemplo, 10 años después, Barbosa (2004) ha incursionado cómo en la educación matemática brasilera se presentan estos niveles de participación. En este contexto, este trabajo pretende indagar en la forma en que los profesores presentan la MM en la enseñanza primaria y secundaria de acuerdo a los niveles de participación propuestos por Galbraith (1995) y posteriormente por Barbosa (2004).

Desde la disciplina de la Didáctica de la Matemática o de la Matemática Educativa existen diversas posturas sobre la MM. Investigaciones como las de Arrieta y Díaz (2015) declaran que es un puente entre las esferas prácticas, mencionan que la modelación está “constituida por actividades recurrentes en diversas comunidades, en particular en las comunidades de profesionales” (p. 17).

Por su lado Cordero (2006, 2016) hace referencia a los intereses de la enseñanza de la MM donde pueden centrarse en representar la realidad o en relacionar con el conocimiento matemático. El autor menciona que la MM es una categoría de conocimiento, y que no debe ser considerada como una herramienta didáctica, pues ella es en sí misma una construcción de conocimiento. Ambas investigaciones plantean la necesidad de hacer conexión con la “realidad”, ya que en la actualidad escolar no hay mucha conexión con el entorno cotidiano.

Es de especial atención para nosotros el estudio de la MM debido a que los profesores de matemáticas deben tratarla en sus aulas, declarado en diversos currículums como una habilidad relevante a considerar en la enseñanza de la matemática. En esta línea, el propósito de este estudio es indagar en cómo presentan la MM los profesores en ejercicio.

2 MARCO DE REFERENCIA

Nuestro marco de referencia se centra en la conceptualización de MM, su sistematización como proceso, y sus niveles de tratamiento en el aula.

2.1 CONCEPTUALIZACIÓN

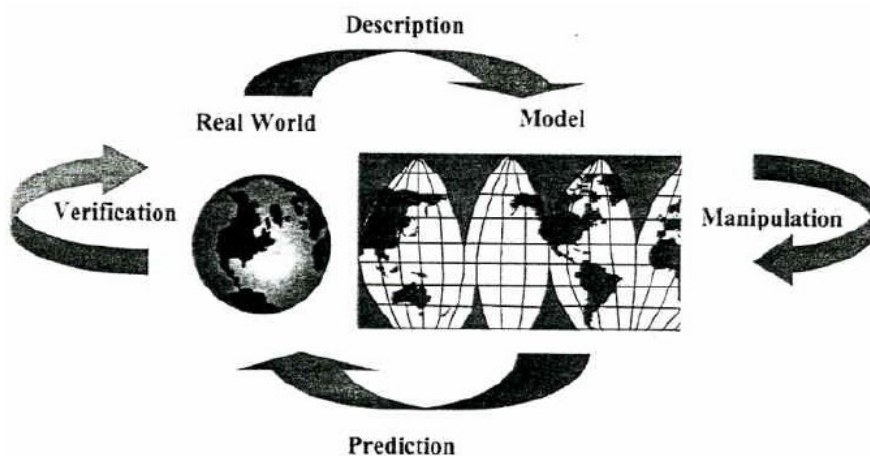
Estamos de acuerdo con investigadores en educación matemática como Swetz y Hartzler (1999) quienes definen la MM como el “...proceso de concebir el modelo matemático” (p.1), el cual contribuye a realizar una aproximación a problemas del mundo real mediante las matemáticas (Ríos, 1995), concebido como un tipo de resolución de problemas, donde los eventos o fenómenos deben ser interpretados como problemas (Swetz & Hartzler, 1999).

La modelación matemática es “...el arte y ejercicio de construir y trabajar con modelos matemáticos” (Arora y Rogerson, 1991, p. 12). Además, de ser, fundamentalmente, una forma de resolución de problemas de la vida real, no es una forma cualquiera, sino que conlleva la consideración del problema como un todo, como lo veremos más adelante al examinar las etapas que conlleva el proceso mismo de modelación.

2.2 SISTEMATIZACIÓN

La MM en el aula ha sido propuesta por algunos autores quienes han sugerido que esta conlleva una serie de fases (Blum & Borromeo, 2009; Blum & Niss, 1991; Swetz & Hartzler, 1991) que finalmente ilustran con un modelo. Dentro de los modelos más simples (en el sentido que explicita pocas fases) destacamos el propuesto por Lesh y Doerr (2003) que concibe la MM como un proceso de cuatro fases (Figura 1).

Figura 1. Proceso de modelación matemática según Lesh y Doerr (2003).



Lesh y Doerr (2003) mencionan que, en primer lugar, se describe la situación de la vida real a través de un modelo (en el ejemplo, el mapa mundi). Este modelo de manipula matemáticamente a través de datos, conceptos, relaciones, condiciones y supuestos que son trasladados al lenguaje matemático; hasta resultar un modelo matemático de la situación dada. En una tercera fase con el modelo determinado es posible predecir algunas cuestiones de la vida real. Por último, una fase importante en el ciclo es la de verificar si el modelo encontrado se corresponde con la vida real y es capaz de interpretar los resultados respecto de la situación original al modelo real, donde también se produce una validación del modelo matemático.

En este y otros modelos de la MM se aprecian rasgos invariantes que fundamentalmente la asocian con la interacción entre el mundo real y el mundo matemático. Asumimos la MM como el proceso mediante el cual se construye y estudia una relación entre un fenómeno y una estructura matemática en principio, a partir de una situación o problema del mundo real con la finalidad de aproximarnos a este último. Esto significa que las implicaciones del modelo deben orientarse a la comprensión y resolución del problema correspondiente al mundo real.

2.3 NIVELES DE TRATAMIENTO EN EL AULA

Cuando este proceso se concreta en la enseñanza de la matemática surgen distintas posturas o interpretaciones del docente. Según Barbosa (2004) refiriéndose a Galbraith (1995) la enseñanza de la MM es condicionada por el nivel de participación de los estudiantes y del profesor en este proceso (ver Tabla 1), a los que llama “casos”.

Tabla 1. Casos posibles en la MM, según participación del docente y el alumno (Barbosa, 2004).

Pasos de MM/casos	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Elaboración de situación problema	Profesor	Profesor	Profesor/alumno
Simplificación	Profesor	Profesor/alumno	Profesor/alumno
Datos cualitativos y cuantitativos	Profesor	Profesor/alumno	Profesor/alumno
Resolución	Profesor/alumno	Profesor/alumno	Profesor/alumno

En el caso 1, el profesor propone el problema, entregando los datos cualitativos y cuantitativos que involucra, dejando a los estudiantes la resolución. Los estudiantes no requieren salir de la sala de clases o recurrir a internet u otras fuentes para recoger datos y su actividad tiende a ser corta.

En el caso 2, el profesor sólo formula el problema inicial y los estudiantes se enfrentan a él teniendo que buscar estrategias para encontrar los datos, como por ejemplo salir de la sala de clases o hacer uso de libros, internet, etc. En este caso, los estudiantes son más responsables para la realización de la tarea.

Por último, en el caso 3, se desarrolla a partir de proyectos de temas “no matemáticos” que pueden ser elegidos por el profesor o los estudiantes. Aquí, la formulación del problema, la recogida de datos y la resolución son tareas de los estudiantes.

3 METODOLOGÍA

Desde un paradigma cualitativo nos centramos en un estudio descriptivo-interpretativo, de manera de observar de qué forma docentes presentan la MM.

El contexto del estudio se ubica en un taller realizado en dos eventos internacionales, el XII Congreso Argentino de Educación Matemática, CAREM (Corrial, Ramos-Rodríguez, Valenzuela, González y Morales, 2016) y en el VII Congreso Internacional de formación y modelación en Ciencias Básicas realizado en Colombia (Corrial, Ramos-Rodríguez, González y Morales, 2016). Este taller se diseña considerando los principios de programas efectivos para profesores de matemática (Ramos-Rodríguez, Bustos-Osorio, Morales-Soto, 2021), entre ellos: centrado en la enseñanza de la matemática, foco en el conocimiento del profesor y modelado de expertos.

Los sujetos informantes son los docentes latinoamericanos participantes de estos talleres, quienes se distribuyeron en grupos (Tabla 2), y quienes autorizaron el uso de sus producciones (en el taller) para fines investigativos.

Tabla 2. Participantes de cada evento.

País	Número de docentes	Cantidad de grupos
Argentina	23	7
Colombia	17	6

El instrumento de recogida de datos corresponde a la tarea realizada en los dos congresos, cuya instrucción principal se ilustra en la Figura 2, rescatando las respuestas de cada grupo en una cartulina de donde se extrae los datos a analizar.

Figura 2. Tarea entregada a los participantes del taller.

- ¿Qué problemática, situación conflictiva ha detectado en el tratamiento de la modelación matemática?
 - Proponga una tarea escolar que ejemplifique la problemática
- Escribir problemática y tarea en un papelógrafo

Para el estudio se emplea el método del análisis de contenido, donde la unidad de análisis es el escrito en la cartulina entregada por cada grupo. Las categorías de análisis se extraen de la Tabla 1, los tres casos de participación en la MM.

4 RESULTADOS

Los resultados se detallan para el taller realizado en cada evento internacional indicado.

4.1 PRODUCCIONES DEL CONGRESO EN ARGENTINA

De los 7 grupos que se formaron en este taller, cuatro de ellos proponen la MM desde el caso 1, donde el alumno es el protagonista sólo en la resolución del problema. Un ejemplo de esto se muestra en la Figura 3, en donde el grupo destaca los pasos de la MM, proponiendo una tarea clásica sobre el precio de entradas y cantidad de personas que asisten a un evento.

Figura 3. Ejemplo de MM enmarcada en el caso 1.

	<p style="text-align: center;">Problemáticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprensión e interpretación del enunciado • Discernir / reconocer datos – incógnitas • Traducción del lenguaje coloquial al simbólico • Establecer relación entre datos • Interpretación y validación de los resultados <p style="text-align: center;">TAREA</p> <p>En un teatro hay capacidad para 900 espectadores. En una función a sala llena, había la mitad de adultos que de niños más adolescentes. La entrada para niños costaba \$40, para adolescentes \$60 y para adultos \$90. Si hubo una recaudación de \$10.000. ¿Cuántos niños hubo en la sala?</p>
--	--

Tres grupos proponen la MM desde el caso 2, un ejemplo de ello se visualiza en la Figura 4, donde el docente es quien propone un contexto relativo al juego de fútbol, pero los alumnos deben recoger o elegir los datos cualitativos y cuantitativos y luego resolver.

Figura 4. Ejemplo de MM enmarcada en el caso 2.

	<p style="text-align: center;">Problemas</p> <table border="0"> <tr> <td>Poca flexibilidad</td> <td>En unidad de polinomios</td> </tr> <tr> <td>Polinómica</td> <td>no lo contextualiza</td> </tr> <tr> <td>Factorización Cónicas</td> <td>polinomios cuadráticos</td> </tr> </table>	Poca flexibilidad	En unidad de polinomios	Polinómica	no lo contextualiza	Factorización Cónicas	polinomios cuadráticos
Poca flexibilidad	En unidad de polinomios						
Polinómica	no lo contextualiza						
Factorización Cónicas	polinomios cuadráticos						

No se visualiza la MM desde el caso 3 en el evento de Argentina.

4.2 PRODUCCIONES DEL CONGRESO EN COLOMBIA

En el caso del congreso en Colombia se observa que, de los 6 grupos, dos grupos proponen una situación del caso 3, donde el profesor plantea un contexto amplio recreado en una tienda de mascotas, los alumnos deben construir los datos y resolverlo. Un ejemplo de ellos se ilustra en la Figura 5.

Figura 5. Propuesta de MM en el caso 3.

<p>Problemática: Ayudar a los alumnos a identificar operaciones básicas en situaciones reales.</p> <p>Objetivo: Identificar operaciones básicas que le ayuden a resolver una situación real.</p> <p>Actividad: 1. ^{Trabajo en equipo}Recreación de la situación. (Crear la tienda de mascotas en el aula con productos y diferentes precios para que realicen las situaciones de combinación) → Restricciones. 2. Verificación de información (individual). 3. Dibujar la situación y su resolución.</p>	<p>Problemática: Ayudar a los alumnos a identificar operaciones básicas en situaciones reales.</p> <p>Objetivo: Identificar operaciones básicas que le ayuden a resolver una situación real.</p> <p>Actividad:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recreación de la situación (crear la tienda de mascotas en el aula con productos y diferentes precios para que realicen las situaciones de combinación) Restricciones. 2. Verificación de información (individual) 3. Dibujar la situación y su resolución.
--	--

El resto de los grupos propone situaciones del caso 1 donde el alumno toma protagonismo solo para la resolución del problema. Son producciones similares a las realizadas en el evento de Argentina (Figura 3).

5 DISCUSIÓN

De las producciones de los grupos de profesores de ambos congresos se tiene la Tabla 3.

Tabla 3. Resumen de la presencia de los casos de usos de la MM.

País / Casos	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Argentina	4	3	0
Colombia	4	0	2

Nos llama la atención la presencia de solo dos grupos que plantean una MM desde el caso 3, en donde la fuerte participación del alumno en la MM es lo relevante, aspecto crucial para desarrollar el aprendizaje (Ponte, Brocardo, & Oliveira, 2003). El que plantea uno de los grupos de Colombia (Figura 5) presenta un objetivo claro en relación a lo que a los docentes les preocupa, la propuesta deja al estudiante que construya y desarrolle ideas, como lo plantea Barbosa (2004), explicitando la dificultad que los estudiantes muestran. El objetivo evidencia matices sobre la MM, ya que quieren conectar con el mundo real, tal como lo proponen Blom y Borromeo (2009), entre otros.

El caso 3 puede manejarse enmarcado en un proyecto que puede incluso considerarse como fuente de problemas para ser usado en otras asignaturas (Barbosa, 2004). La propuesta de MM del grupo de Argentina (Figura 4) encaja en esta idea, planteando explícitamente que el alumno debe modelar la trayectoria de un cuerpo libre.

6 CONCLUSIONES

Poner a los profesores en situación que puedan comparar sus tareas de MM, les permitió reflexionar sobre las diferentes posturas que ellos manifiestan sobre su tratamiento, es decir, se pone en discusión los tres casos mencionados por Barbosa (2004).

Creemos que la enseñanza debe considerar situaciones de los tres casos, como lo plantea Barbosa (2004), “Em certos períodos, a ênfase pode ser projetos pequenos de investigação, como no caso 1; em outros, pode ser projetos mais longos, como os casos 2 e 3” (p. 5). Nos interesa que el profesor esté consciente de la presencia de estos casos, objetivo imbricado en el taller que hemos realizado en los tres países declarados. Y la importancia de avanzar para el caso 3 en las propuestas en aula.

Además, emerge de los profesores las dificultades que sus estudiantes manifiestan al enfrentarse a la MM, y también una reflexión respecto a cómo es que se están entregando las clases de matemáticas, el rol de la tecnología, y otros aspectos que el estudiante de hoy conoce.

A la luz de los resultados, se observa una mayor presencia de grupos que proponen situaciones de MM en el caso 1. La distancia entre estas formas de trabajar la MM en la enseñanza nos presenta una problemática que debemos tener en cuenta en la enseñanza a la hora de tratarla con nuestros alumnos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrieta, J., y Díaz, L. (2015). Una perspectiva de la modelación desde la Socioepistemología. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 18(1), 19-48.

Barbosa, J.C. (2004). Modelación Matemática: ¿Qué es? ¿Por qué? ¿Cómo? *Veritatis*, 4, 73-80.

Barbosa, J. C., Caldeira, A. D., y Araújo, J. L. (Org.) (2007). *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: Pesquisas e Práticas Educacionais*. Recife: Sbem. p. 215-232.

Blum, W., y Niss, M. (1991). Applied Mathematical Problem Solving Modelling, Applications, and Links to Other Subjects–State, Trends and Issues in Mathematics Instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 37-68.

Blum, W., y Borromeo, R. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught and Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.

Brown, J., y Ikeda, T. (2015). Mathematical Applications and Modelling in the Teaching and Learning of Mathematics. En S. J. Cho (Ed.), Blomhøj, D. Carreira (Ed.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 469-473). Springer International Publishing.

Cordero, F., Suárez, L., Mena, J., Rodríguez, R., Romo, A., Cârsteanu, A. y Solís, M. (2009). La modelación y la tecnología en las prácticas de enseñanza de las matemáticas. En P. Lestón (Ed.), *ALME 22* (pp. 1717-1726). Estado de México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C.

- Cordero, F. (2006). La modellazione e la rappresentazione grafica nell'insegnamento-apprendimento della matemática. *La Matemática e la sua Didattica*, 20(1), 59-79.
- Cordero, F. (2016). Modelación, funcionalidad y multidisciplinariedad: el eslabón de la matemática y el cotidiano. En J. Arrieta, y L. Díaz (Eds.), *Investigaciones latinoamericanas de modelación de la matemática educativa*. Gedisa.
- Corrial, C., Ramos-Rodríguez, E., Valenzuela, M., González, B. y Morales, A. (2016). Proceso reflexivo sobre el tratamiento de la modelación matemática. En *XII Congreso Argentino de Educación Matemática (XII CAREM)*. Argentina.
- Corrial, C., Ramos-Rodríguez, E., González, B., Morales, A. (2016). Reflexión sobre la práctica desde la modelación matemática. En *Actas del VIII Congreso Internacional de Formación y Modelación en Ciencias Básicas*. Colombia.
- Galbraith, P. (1995). Modelling, teaching, reflecting—what I have learned. In C. W. Sloyer, I. Huntley, y W. Blum (Ed.), *Advances and perspectives in the teaching of Mathematical modelling and Applications* (pp. 21-45). Yorklyn, DE: Water Street Mathematics.
- Lesh, R., Galbraith, P.L, Haines, C. R., y Hurford, A. (Eds.) (2013). Modeling students' mathematical modelling competencies. En R. Lesh (Ed.), *ICTMA 13* (pp. 423–432). New York: Springer.
- Ponte, J. P., Brocardo, J., y Oliveira, H. (2003). *Investigações matemáticas na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica Editora.
- Ramos-Rodríguez, E., Morales, A., Mena, J. (2017). Instalando un ciclo de reflexión sobre modelación matemática. En *Actas de XLII Semana de la Matemática*, Valparaíso, Chile.
- Ramos-Rodríguez, E., Bustos, B., y Morales, A. (2021). Identification of the Principles of Effective Professional Development Programs and Their Impact: An Investigation of the Guidelines of a Mathematics Didactic Graduate Program and a Case Study Focused on Teacher Training, *The International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning* 29 (1), 1-16. doi:10.18848/2327-7971/CGP/v29i01/1-16.
- Ríos, S. (1995). *Modelización*. Madrid: Alianza.
- Swetz, F.J., y Hartzler, J. S. (1999). *Mathematical modeling in the secondary school curriculum. A resource guide of classroom exercises*. Reston, VA: NCTM.
- Yamile, N., Salazar, C. y Romero, J. (2013). Lenguajes, preguntas y situaciones de variación: modelación y conocer reflexivo. *Memorias VII Congreso Iberoamericano, CIBEM* (pp.75).

CAPÍTULO 8

LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN EL CURSO DE ECUACIONES DIFERENCIALES A TRAVÉS DE PROBLEMÁTICAS REALES¹

Data de submissão: 10/09/2021

Data de aceite: 30/09/2021

Dr. José Luis Escamilla Reyes

Tecnológico de Monterrey
Campus Ciudad de México
Departamento de Ciencias
Escuela de Ingeniería y Ciencias
Ciudad de México, México

<https://orcid.org/0000-0001-5069-0757>

RESUMEN: En este trabajo, se presenta un proceso de tipo iterativo con el fin de modelar sistemas dinámicos simples por medio de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs). A través de dicho proceso, por un lado, es posible plantear modelos cada vez más sofisticados que permiten describir de mejor manera el comportamiento de estos sistemas dinámicos; por otro lado, el estructurar este proceso como una secuencia de aprendizaje permite que los alumnos perciban claramente la necesidad de incorporar nuevos métodos analíticos de solución para los modelos presentados así como el reconocer cuando es necesaria la incorporación de los métodos numéricos para resolver las EDOs que modelan los fenómenos. A diferencia

¹ Una versión preliminar del trabajo se presentó en el Congreso Internacional de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (CIIE 2018), en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México.

de la presentación de estos temas en un curso típico de ecuaciones diferenciales ordinarias, en nuestra aproximación se vuelve crucial la validación de estos modelos como una parte integral del proceso de aprendizaje puesto que los modelos matemáticos estudiados tienen un contexto real. Es evidente que, a través de estas secuencias de aprendizaje, el involucramiento y la motivación de los estudiantes es digno de resaltar, como lo muestran las encuestas de percepción realizadas.

PALABRAS CLAVE: Ecuaciones Diferenciales ordinarias. Modelación matemática. Aprendizaje activo. Secuencias de aprendizaje.

MATHEMATICAL MODELLING IN A DIFFERENTIAL EQUATIONS COURSE THROUGH REAL PROBLEMS

ABSTRACT: In this paper, we present an iterative process in order to model simple dynamical systems with ordinary differential equations (ODEs). On one hand, following such a process it is possible to establish more sophisticated and accurate models useful for describe in a better way the behaviour of these dynamical systems; On the other hand, the structure of this process as a learning sequence allows that students clearly see the need of incorporate new analytic methods to solve the mathematical models as well as the convenience of getting numerical methods to obtain approximate solutions to the ODEs modelling these phenomena. In contrast to

the usual lecturing of these subjects in a typical ordinary differential equations course, in our approach, validation of the models is a crucial stage and must be considered as an integral part of the learning process given that these models have a real context. As a result, the students' engagement and motivation when they get involved in these learning sequences is remarkable, as perception surveys show.

KEYWORDS: Ordinary differential equations. Mathematical modelling. Active. Learning sequences.

1 INTRODUCCIÓN

En diversas circunstancias, surge la necesidad de describir a los sistemas dinámicos por medio de modelos matemáticos que nos permitan establecer el comportamiento futuro del sistema en base al conocimiento del estado presente de dicho sistema. Por ejemplo, fenómenos tales como el enfriamiento de una bebida caliente, el decaimiento de una sustancia radiactiva, el vaciado de un tanque lleno de agua o el crecimiento poblacional pueden estudiarse mediante la rapidez de variación de alguna cantidad respecto del tiempo. Estos son modelos matemáticos de primer orden porque involucran la primera derivada respecto del tiempo de la variable dependiente. Igualmente, los modelos de segundo orden están relacionados con las vibraciones mecánicas de un sistema o con circuitos eléctricos del tipo RLC, por ejemplo, en los cuales se requiere obtener la posición, velocidad y aceleración del sistema como función del tiempo o la carga eléctrica y la corriente que fluye en un circuito eléctrico.

Usualmente, en los cursos típicos de esta asignatura, las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs) están planteadas, son ejercicios matemáticos sin un contexto real por lo que el problema para el alumno se reduce a aplicar un método matemático y resolverlas (Zill, 2013). Dado que, en general, las EDOs no describen un fenómeno físico, químico o biológico, la validación de las soluciones es omitida y raramente se discuten las características cualitativas y cuantitativas de estas soluciones. Más aún, las aplicaciones discutidas en la mayoría de los libros de texto utilizados en esta asignatura son muy limitadas, artificiales y, generalmente, se le proporciona al estudiante el modelo matemático que describe el fenómeno para que lo resuelva analíticamente.

Como consecuencia, no se desarrolla en los estudiantes la habilidad de plantear modelos matemáticos para describir fenómenos de la naturaleza. Finalmente, las soluciones analíticas de las EDOs no se validan para verificar su viabilidad o pertinencia, con lo cual el proceso de solución queda trunco, perdiéndose la oportunidad de analizar las soluciones y su factibilidad en entornos más realistas como aquellos a los que se enfrentarán los futuros ingenieros en su práctica profesional.

2 DESARROLLO

Como es sabido (Aprendizaje Activo, 2021), “el Aprendizaje Activo es una estrategia de enseñanza – aprendizaje cuyo diseño e implementación se centra en el alumno al promover su participación y reflexión continua a través de actividades que promueven el diálogo, la colaboración, el desarrollo y construcción de conocimientos, así como habilidades y actitudes. Las actividades con Aprendizaje Activo se caracterizan por ser motivadoras y retadoras, orientadas a profundizar en el conocimiento; también, por desarrollar en los alumnos las habilidades de búsqueda, análisis y síntesis de la información, además de promover una adaptación activa a la solución de problemas...”. Estas secuencias de aprendizaje “se caracterizan por ser actividades muy bien estructuradas y retadoras, con la suficiente flexibilidad para adaptarlas a las características del grupo de aprendizaje e incluso a nivel individual. Se organizan para desarrollarse tanto en espacios presenciales como virtuales, o bien en combinación de los mismos. Implican trabajo individual y grupal donde la información es compartida por parte de profesor y alumnos”.

De acuerdo con las citas anteriores sobre el Aprendizaje Activo, consideramos que, en beneficio del aprendizaje de los estudiantes, es imperativo reconsiderar la manera en la cual se imparte el curso de Ecuaciones Diferenciales. En nuestro enfoque, se invierte la secuencia de presentación de los temas por lo que, en lugar de presentar los métodos de solución de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer o segundo orden, se discuten varios problemas aplicados donde surgen naturalmente los modelos matemáticos expresados mediante *EDOs* de primer y segundo orden. Siguiendo la metodología iterativa de modelación de sistemas, que se presenta en la siguiente sección, a partir de un modelo simple, se proponen modelos más sofisticados para mejorar la descripción de fenómenos físicos, biológicos o económicos.

Por ejemplo, se plantea el modelo matemático de la caída vertical de una partícula en un medio sin fricción; se resuelve el modelo para obtener la velocidad y la posición de la partícula aplicando los métodos de solución convencionales. Una vez completada esta etapa, se procede a sofisticar el modelo para tomar en cuenta una fuerza de fricción o arrastre sobre un objeto en caída vertical introduciendo una fuerza proporcional a la velocidad de la partícula y se resuelve el modelo de forma analítica. Finalmente, se introduce un término de arrastre proporcional al cuadrado de la magnitud de la velocidad y se resuelve el modelo para contrastar los resultados obtenidos en esta etapa y la previa contra datos experimentales como, por ejemplo, la caída de un objeto en un medio viscoso o el salto desde la Estratósfera de Félix Baumgartner (Baumgartner, 2021).

Otro posible problema con un contexto real y en el que se puede estructurar una secuencia de aprendizaje atractiva lo constituye el problema del crecimiento poblacional

en donde se parte del modelo simple Malthusiano para, posteriormente, modificarlo de modo tal que se tomen en cuenta características más realistas como enfermedades, disponibilidad de alimentos, pandemias, y otras con el fin de introducir en la discusión los modelos de tipo logístico que describen con mayor precisión el crecimiento de poblaciones, con la ventaja que la solución obtenida a partir de estos modelos logísticos puede contrastarse con datos provenientes de censos poblacionales y así cerrar el ciclo de la solución de los modelos matemáticos y la validación de esta con datos reales.

2.1 EL PROCESO ITERATIVO DE MODELACIÓN MATEMÁTICA DE SISTEMAS

Es importante señalar que, para modelar un fenómeno físico, químico, biológico o económico, no hay un procedimiento único. Hay, sí, una serie de pasos que conforman un proceso iterativo en el cual el modelo se va depurando de forma tal que describa el fenómeno apropiadamente. Esta validación se hará generalmente por medio de datos experimentales o usando bancos de datos provenientes de censos poblacionales, censos económicos o similares. A continuación, se describe en detalle el proceso para modelar sistemas dinámicos en varios campos del conocimiento.

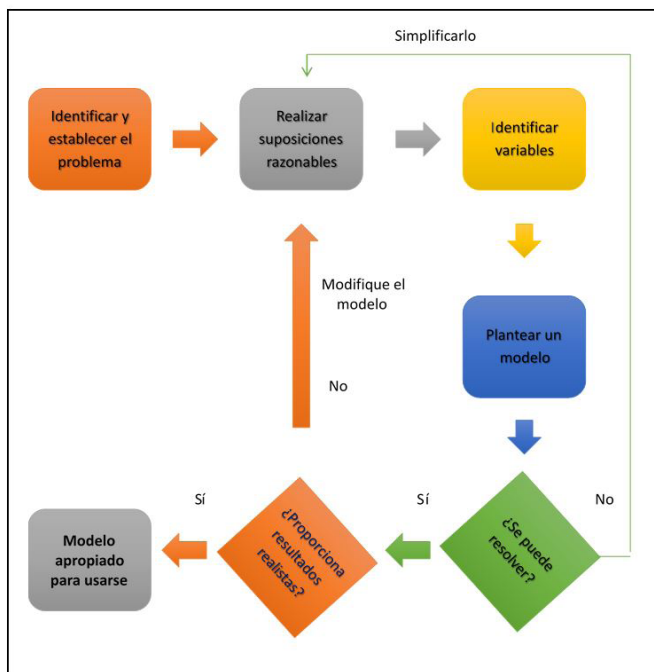
Como parte del proceso de modelación matemática de sistemas, las siguientes constituyen líneas generales a seguir para plantear y depurar el modelo matemático:

- 1) **Identificar y establecer el problema:** Identificar y expresar claramente cuál es el problema que se desea resolver estableciendo una narrativa lo más directa y simple del problema en cuestión.
- 2) **Hacer suposiciones razonables:** Dada la complejidad de los problemas reales, es conveniente establecer una serie de suposiciones razonables que nos permitan resolver el problema, pero evitando en todo momento sobresimplificarlo.
- 3) **Identificar y clasificar las variables y parámetros del problema:** Una vez establecidas las suposiciones del punto anterior, hacer una diferenciación clara entre los parámetros y las variables del problema. Por ejemplo, en un problema de caída libre, la velocidad del objeto es una variable ya que cambia con el tiempo, mientras que la aceleración de la gravedad puede considerarse un parámetro constante si la caída no se realiza desde una gran altura respecto a la superficie terrestre. Por otro lado, en un problema de competencia en un medio ambiente dado, la población de una cierta especie se modifica con el tiempo, mientras que el número de especímenes al inicio es un parámetro constante.

- 4) **Establecer conexiones entre las distintas variables y parámetros del problema:** De entrada, en un problema real tendremos una gran cantidad de variables y parámetros, así que lo mejor será establecer relaciones y proporcionalidades razonables entre una o más variables y los correspondientes parámetros del problema.
- 5) **Plantear un modelo matemático para el problema:** Tomando en consideración los puntos 1 al 4, plantear un modelo matemático para describir la evolución en el tiempo de una variable del sistema dinámico. Este modelo será una ecuación diferencial ordinaria si presenta la evolución de una variable dependiente en función una variable independiente. Si la variable dependiente es función de más variables, la ecuación diferencial asociada será parcial.
- 6) **Resolver el modelo:** Esto puede lograrse de varias maneras: Ya sea expresando la ecuación diferencial en una forma para la cual ya exista una solución en la literatura; otra, aplicando los métodos usuales de solución de las ecuaciones diferenciales de primer orden para obtener una solución analítica; finalmente, aplicando métodos numéricos para obtener una solución con el grado de aproximación deseado. Si el modelo no puede resolverse dada su complejidad, regresar al paso 2 y considerar algunas variables como constantes para plantear un modelo más simple.
- 7) **Validar la solución del modelo:** Esto quiere decir ¿tiene sentido la solución?, ¿describe adecuadamente el comportamiento del sistema?, ¿se aproxima al comportamiento real del sistema considerando datos reales? Si las respuestas a estas preguntas son afirmativas, el problema ha sido resuelto satisfactoriamente.
- 8) **Si los resultados son insatisfactorios, regresar al paso 2) y modificar el modelo:** Probablemente, algunos de los parámetros son en realidad variables por lo que el modelo fue artificialmente sobre-simplificado. Establecer relaciones o proporcionalidades entre estas nuevas variables y las ya establecidas con anterioridad.

Estos pasos se presentan de manera simplificada en la Figura 1 mediante un diagrama de flujo que contiene todas las etapas asociadas con el planteamiento y depuración de modelos matemáticos. Es importante tener en mente este proceso iterativo porque, dependiendo de la complejidad del fenómeno a describir, puede ser necesario aplicar varias veces el proceso.

Figura 1: Pasos para la construcción de un modelo matemático mediante un proceso iterativo.



2.2 IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA

Para la implementación en el aula, los modelos se presentan en clase comenzando con el más sencillo de ellos. Se trabaja en equipos de cuatro personas y se pide a cada equipo establecer un plan de acción para realizar la investigación inicial y plantear un proceso de solución de la problemática planteada. En esta etapa, es crucial el acompañamiento del profesor para guiar a los alumnos en el proceso de investigación sobre el contexto del problema y los posibles métodos de solución, analíticos y/o numéricos, del modelo planteado.

De acuerdo con la investigación realizada, se elige el método de solución del modelo matemático propuesto. Entonces, se resuelve el modelo y sus resultados se validan, en la medida de lo posible, contrastando contra datos reales. Una vez resuelto el modelo inicial, se hacen sofisticaciones al mismo para incorporar elementos no considerados en el planteamiento inicial, tales como los que se comentaron en la Sección 2. De nuevo, se plantea el modelo matemático que describe el fenómeno, se investiga acerca del método o métodos de solución y se resuelve el modelo; la solución obtenida debe pasar por el proceso de validación contrastando con los datos disponibles. Finalmente, cada equipo hace la presentación de los resultados obtenidos para la secuencia de aprendizaje en

clase y recibe retroalimentación de los otros equipos de la clase. La evaluación de la presentación y el reporte escrito se realiza mediante una rúbrica. Considerando dos sesiones a la semana de dos horas cada una, el proceso de implementación de una secuencia de aprendizaje es del orden de cuatro semanas.

3. ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

Como parte del proceso de retroalimentación hacia el profesor implementador de esta innovación, se aplicó una encuesta de percepción al final del semestre a un universo de cien alumnos. Las preguntas fueron cuatro y se asignó un espacio para incluir comentarios. Los resultados fueron los siguientes:

1) El realizar las actividades de Aprendizaje Activo con las secuencias de aprendizaje me pareció:

Muy interesante	Interesante	Indiferente	Nada interesante
40.2%	55.6%	4.2%	0%

Comentarios:

- Pude ver algo más real para aplicar los conceptos de la clase.
- El resolver problemas prácticos permite mayor comprensión de los temas del curso.

2) Al realizar estas actividades se reforzó mi conocimiento de los temas de la clase:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo
37.5%	45.8%	16.7%	0%

Comentarios:

- Me gustó resolver problemas más reales.
- No me imaginaba que las ecuaciones diferenciales tuvieran tantas aplicaciones.
- Me quedó claro que una cosa son los problemas del libro y otra un problema real.

3) De acuerdo a tu opinión, ¿qué fue lo más valioso al realizar esta actividad?

- Ver una aplicación de la materia en la vida real.
- El trabajo colaborativo con los compañeros de equipo.
- Investigar por mi cuenta sin ayuda del profesor.
- Reforzamiento de los conceptos de la clase.
- Estas actividades hacen que la clase sea más dinámica y entretenida.

4) Prefiero realizar este tipo de actividades a seguir con la clase tradicional (exposiciones por parte del profesor):

Sí, pero la clase tradicional y este tipo de actividades son complementarias, no es posible hacer la actividad sin el conocimiento previo dado por el profesor.

Sí, pero las bases deben ser dadas por el profesor para entender lo que hacemos.

No, no me gusta esta forma de aprender, demanda mucho tiempo de nosotros.

4 CONCLUSIONES

De acuerdo con el enfoque descrito en el presente artículo, se proporciona un contexto aplicado a distintos tópicos del curso típico de ecuaciones diferenciales, lo cual en sí representa una mejora respecto a la forma convencional de presentar los conceptos fundamentales del curso. Más aún, el discutir en forma sistemática el proceso iterativo de mejora de los modelos matemáticos necesarios para describir un sistema dinámico de complejidad variable constituye un avance notable pues dota al docente de una secuencia de aprendizaje en donde aparece de manera natural el incorporar diferentes métodos analíticos de solución de los modelos matemáticos (*EDOs*) conforme surja la necesidad hasta, eventualmente, incorporar los métodos numéricos apropiados para obtener soluciones aproximadas con el grado de precisión deseada. En este punto, es importante contrastar la incorporación en nuestro enfoque de los métodos numéricos como una necesidad real contra la forma en la que estos métodos numéricos son introducidos generalmente en los cursos básicos de *EDOs*, donde estos métodos se aplican para resolver ecuaciones diferenciales cuya solución analítica es conocida, en lugar de aplicar esos métodos numéricos para resolver modelos matemáticos más sofisticados.

Por supuesto, para tener éxito en la implementación de este enfoque, se deben diseñar cuidadosamente las actividades de aprendizaje activo a desarrollar en el curso, cuidando en todo momento que sean interesantes, realistas y que cubran un porcentaje apreciable de los tópicos incluidos en el curso. La retroalimentación y el seguimiento

(*coaching*) es esencial para obtener resultados óptimos en el aprendizaje tanto de la parte algorítmica correspondiente a la solución de los modelos matemáticos, como la relativa a la validación de los resultados obtenidos contrastando estos resultados con datos experimentales o provenientes de censos o bases de datos.

Como parte del proceso de desarrollo de estas secuencias de aprendizaje, se desarrollan en los alumnos las habilidades de búsqueda de información en fuentes confiables y fidedignas pues, dado que los sistemas dinámicos propuestos están dotados de un contexto real, está garantizada la existencia de bases de datos experimentales o de campo para llevar a cabo el proceso de validación de las soluciones obtenidas.

Finalmente, es de resaltar el involucramiento y la motivación de los alumnos al desarrollar este tipo de actividades de aprendizaje activo pues el considerar este tipo de problemas más reales les resulta mucho más atractivo que simplemente resolver *EDOs* provenientes de un libro de texto, pero sin llevar a cabo un mínimo análisis sobre las soluciones obtenidas, así como sobre la interpretación, significado de dichas soluciones o la pertinencia de las mismas.

REFERENCIAS

Aprendizaje Activo, <https://www.theflippedclassroom.es/del-aprendizaje-activo-al-aprendizaje-interactivo/>, Recuperado el 30 de agosto de 2021.

Baumgartner, Félix, <https://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=77559§ion=2>, Recuperado el 30 de agosto de 2021.

Zill, Dennis G., *A First Course In Differential Equations with Modeling Applications*, 10th Edition, Cengage Learning, 2013.

CAPÍTULO 9

POLIEDROS QUE VUELAN

Data de submissão: 11/09/2021

Data de aceite: 24/09/2021

Roberto Antonio Salvador

Escuela Normal Superior Federal de Oaxaca
Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México
<https://orcid.org/0000-0002-7593-3150>

RESUMEN: El respeto que las personas tienen por sus tradiciones y costumbres, son elementos que el proyecto educativo de cualquier país no puede soslayar, dado que ahí podemos basar las propuestas metodológicas tendientes a elevar la calidad de la educación. Retomando de estas tradiciones y costumbres, las actividades de juegos recreativos, la presente ponencia tiene como objetivo, destacar las posibilidades que tenemos los docentes, de utilizar como un recurso didáctico las diversas expresiones culturales lúdicas de nuestros antepasados. La importancia de retomar estas actividades, recae en que el ser humano por naturaleza tiene por ellas un gusto innato, lo cual nos permite lograr el conocimiento en nuestros alumnos a través de actividades de su interés y cuya efectividad está comprobada por el mejor de los jueces, el tiempo. En México la cantidad de juegos tradicionales son muchos y muy diversos, estos dependen de las regiones

en las que se asientan los diferentes grupos étnicos que conforman el mosaico cultural de nuestro país. La elaboración de un GLOBO AEROSTÁTICO, es un juego tradicional en la región de Los Tuxtlas en Veracruz, y consiste en elaborar un globo aerostático con figuras geométricas hechas de papel china, y en el trazo, recorte y pegado de las piezas de papel china, es donde se da el momento didáctico para tratar contenidos matemáticos, los cuales se abordan como una necesidad prioritaria para lograr que el objetivo se alcance: Elaborar un globo aerostático para luego ser elevado. La necesidad (de trazar correctamente la pieza geométrica) y el interés (por ver volar el globo aerostático) son elementos importantísimos que hacen que el aprendizaje de los contenidos matemáticas, sea significativo y por consecuencia duradero y útil.

PALABRAS CLAVE: Matemáticas. Aprendizaje. Didáctico. Lúdico. Interesante. Significativo.

FLYING POLYHEDERS

ABSTRACT: The respect that people have for their traditions and customs are elements that the educational project of any country cannot ignore, since there we can base methodological proposals aimed at raising the quality of education. Taking up these traditions and customs, the recreational game activities, this presentation aims to highlight the possibilities that teachers have, to use the various cultural expressions of our ancestors

as a didactic resource. The importance of resuming these activities lies in the fact that the human being by nature has an innate taste for them, which allows us to achieve knowledge in our students through activities of their interest and whose effectiveness is proven by the best of the judges, time. In Mexico the number of traditional games is many and very diverse, they depend on the regions in which the different ethnic groups that make up the cultural mosaic of our country settle. The elaboration of an AEROSTATIC BALLOON, is a traditional game in the region of Los Tuxtlas in Veracruz, and consists of elaborating a hot air balloon with geometric figures made of Chinese paper, and in the tracing, cutting and gluing of the pieces of Chinese paper, it is where the didactic moment occurs to deal with mathematical contents, which are addressed as a priority need to achieve the objective is achieved: Make a hot air balloon and then be raised. The need (to correctly trace the geometric piece) and interest (to see the hot air balloon fly) are very important elements that make learning mathematical content significant and consequently lasting and useful. **KEYWORDS:** Mathematics. Learning. Didactic. Meaningful. Ludic. Interesting.

1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es el resultado de la experiencia que hemos tenido al trabajar de una forma dinámica y atractiva, algunos contenidos de geometría dentro de la materia de matemáticas, teniendo la intención y el objetivo de compartir con nuestros compañeros profesores esta fructífera actividad a través de un taller.

En concreto se trata de trabajar contenidos de geometría a nivel medio básico a partir de la elaboración de globos aerostáticos, estos globos aerostáticos son retomados de un juego tradicional que se realiza en la región de los Tuxtlas, Veracruz, México.

Los globos se elaboran con papel de china y las piezas que se trazan y cortan tiene la forma de figuras geométricas, es ahí donde inicia el trabajo con los contenidos de geometría, porque los alumnos tienen que trazar, medir, calcular, estimar, verificar, etc., para poder obtener la figura básica del trabajo, que es un triángulo isósceles, del cual, después de recortarlo se reafirman los conceptos de perímetro y área de triángulos, pudiendo incluirse aquí, algo sobre el contenido del Teorema de Pitágoras, ya que al alumno solo se le da la medida de la base y la altura del triángulo y para obtener el perímetro se requiere de la medida de los lados.

Posteriormente al recortado de los triángulos, se unen cinco de ellos para formar una pirámide pentagonal, rescatando con este paso lo referente a las características de una pirámide, clasificación de las pirámides, perímetro y área de la base de la pirámide, así como volumen de la misma.

La pirámide es la pieza para construir un globo aerostático de doce picos, popularmente en la región de donde tomamos la actividad, les llaman ILAMAS, por su gran parecido a una fruta típica de la región. Ya con el globo construido se pueden tratar

los contenidos sobre los POLIEDROS, considerando que estas pirámides pentagonales al unirse forman un POLIEDRO REGULAR NO CONVEXO, denominado también PEQUEÑO DODECAEDRO ESTRELLADO.

Muy aparte de los contenidos de matemáticas (Aritmética, Geometría, Álgebra) se pueden tratar contenidos de otras materias, tales como FÍSICA (razones por las que el globo vuela); EDUCACIÓN ARTÍSTICA (elaboración de un trabajo manual); ESPAÑOL (redacción de un instructivo); QUÍMICA (composición y clasificación de los materiales utilizados); EDUCACIÓN CÍVICA (trabajo colaborativo en el aula); y otros contenidos de las mismas materias y de otras, según la necesidad e ingenio del profesor de matemáticas.

2 PERTINENCIA DEL TEMA ABORDADO

La pertinencia de la búsqueda de alternativas didácticas y de estrategias para la enseñanza de los contenidos de matemáticas es innegable, dados los resultados académicos en esta materia y la conceptualización que tienen de ella la mayoría de los estudiantes de todos los niveles y en todos los países.

Buscar alternativas para lograr el objetivo de un aprendizaje significativo en matemáticas es un compromiso y responsabilidad de todo maestro.

Por los motivos antes expuestos, tengo la certeza que la propuesta que hoy ofrezco tiene la pertinencia de alcanzar el objetivo de ser una estrategia efectiva en la enseñanza de las matemáticas, sustentada en las bondades de la aplicación del juego como un elemento importante en la didáctica de las matemáticas.

3 MARCO TEÓRICO

El Enfoque Histórico-Cultural plantea con claridad la determinación de los procesos intelectuales del hombre, al expresar que éste se da en elaboración histórica de la sociedad, acumulada y transmitida a las nuevas generaciones, y que es ahí donde hay que buscar las causas originales de las estructuras psicológicas complejas del hombre que le permiten el conocimiento.

L. S. Vigotsky plantea que la construcción del conocimiento se realiza a través de diferentes mediadores. En todo el proceso educativo, tanto los docentes como sus propios compañeros, lo que hacen es mediar entre los conocimientos tal como están desarrollados hasta ese momento por la cultura en que se aprende y el sujeto que intenta apropiárselos. Ello es posible gracias a la mediación de los instrumentos psicológicos.

Vigotsky también plantea la función que cumplen los procesos de enseñanza en el desarrollo intelectual a través del concepto de ZONA DE DESARROLLO PROXIMO, que

es la distancia existente entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz.

El docente debe comprender que, al emplear métodos participativos, es frecuente que se parta de las propias experiencias de los actores del proceso, para abordar la teoría e ir de ésta a la práctica, logrando así un aprendizaje más significativo. Además, dichos métodos y técnicas no pretenden la aceptación acrítica de la palabra del docente, sino que estimulan la búsqueda de la verdad a través del trabajo conjunto de indagación y reflexión, aproximando la enseñanza a la investigación científica, a la actividad productiva y social, brindando una mayor solidez a los conocimientos adquiridos.

El hombre no es un ser cuyas reacciones responden directamente a estímulos del medio, sino que, a través de su ACTIVIDAD se pone en contacto con los objetos y fenómenos de la realidad circundante, actúa sobre ellos, modificándolos y transformándose a sí mismo.

El conocimiento no es un objeto que se pasa de uno a otro, sino que es algo que se construye por medio de operaciones y habilidades cognoscitivas que se inducen en la interacción social. Vygotsky señala que el desarrollo intelectual del individuo no puede entenderse como independiente del medio social en el que está inmersa la persona. Para Vygotsky, el desarrollo de las funciones psicológicas superiores se da primero en el plano social y después en el nivel individual. La transmisión y adquisición de conocimientos y patrones culturales es posible cuando de la interacción -plano interpsicológico- se llega a la *internalización* -plano intrapsicológico.

Cualquier función presente en el desarrollo cultural del niño, aparece dos veces o en dos planos diferentes. En primer lugar, aparece en el plano social, para hacerlo luego en el plano psicológico. En principio aparece entre las personas y como una categoría interpsicológica, para luego aparecer en el niño (sujeto de aprendizaje) como una categoría intrapsicológica. Al igual que otros autores como Piaget, Vygotsky concebía a la internalización como un proceso donde ciertos aspectos de la estructura de la actividad que se ha realizado en un plano externo pasan a ejecutarse en un plano interno. Vygotsky, afirma que todas las funciones psicológicas superiores son relaciones sociales internalizadas.

4 CONTENIDOS MATEMÁTICOS A TRATAR

Con la aplicación de esta estrategia podemos reforzar el aprendizaje significativo de los siguientes contenidos:

- a). Uso de las unidades lineales y cuadráticas.
- b). Uso correcto de los instrumentos de medición.
- c). Identificación y trazo de figuras geométricas básicas.
- d). Perímetro y área de figuras geométricas básicas.
- e). Identificación y construcción de cuerpos geométricos.
- f). Volumen de cuerpos geométricos.
- g). Área de cuerpos geométricos.
- h). Identificación y clasificación de poliedros.

5 DESARROLLO DE ALGUNOS EJEMPLOS

Para efectos de de este apartado, anexo fotos que ejemplifican la aplicación de esta estrategia:



6 RESULTADOS ESPERADOS

La oportunidad que he tenido de poner en práctica la utilización de esta estrategia, me permite expresar las siguientes afirmaciones:

- a). El aprendizaje de los contenidos del programa de matemáticas adquiere una perspectiva diferente al trabajarse con interés, por lo que su comprensión es un aprendizaje sólido y significativo.

- b). Los contenidos de otras materias se pueden correlacionar con los de matemáticas.
- c). Posibilita realizar un trabajo en equipo, lo que permite la socialización del conocimiento y por consecuencia la reafirmación del mismo.
- d). Despierta el interés en los alumnos, lo que es suficiente para que trabajen con entusiasmo y compromiso.
- e). Desarrolla la creatividad del alumno al pensar en las formas, colores, dimensiones, etc., con las cuales elaborara su trabajo.
- f). Fomenta la puesta en práctica de los valores universales o propios de la cultura en la que se desenvuelven.
- g). Permite valorar las tradiciones y costumbres de nuestros pueblos y países al resaltar de ellas las enseñanzas que nos transmiten.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Fuenlabrada, I. y otros. (1994). *Juega y aprende Matemáticas*. México: Secretaría de Educación Pública.

Schmelkes, S. (2004). *La formación de valores en la educación básica*. Distrito Federal, México: Dirección General de Materiales y Métodos Educativos de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal.

Sierra, D. y Guédez, C. (2006). *Juega y aprende a calcular*. Venezuela: Fe y alegría.

Tirapegui, C. (2004). *El juego y la Enseñanza de la Matemáticas*. Venezuela: Material mimeografiado.

CAPÍTULO 10

UNA MIRADA DE GÉNERO AL INGRESO FEMENINO EN CARRERAS DE TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES¹

Data de submissão: 30/09/2021

Data de aceite: 21/10/2021

Jaime Espinoza Oyarzún

Universidad de Santiago de Chile

Departamento de Tecnologías Industriales

Santiago, Chile

<https://orcid.org/0000-0003-2572-338X>

RESUMEN: Esta ponencia, fruto de un Proyecto de Innovación Docente (USACH, 2016), pretende mostrar algunas de las características sociales de los alumnos de las diferentes carreras de Tecnología que dicta la Facultad Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile (USACH). Específicamente, en este trabajo se busca mostrar la evolución que ha tenido la matrícula, en las diferentes especialidades de la carrera de Tecnólogo/ Tecnología, considerando la variable de género de los y las estudiantes que ingresan a dichas carreras. Se muestra la evolución de la matrícula para cada una de las ocho especialidades de la carrera de Tecnología en relación al género de los y las estudiantes ingresados, en el período 2012 al 2018, inclusive. Se mencionan las posibles causas de este fenómeno, detectadas hasta la fecha

¹ Este trabajo fue presentado en el Congreso Internacional de Pedagogía 2019, La Habana, Cuba.

de esta ponencia, de la menor cantidad de mujeres matriculadas, del orden de un 15,16 %, que hombres y se hacen tres propuestas, una de ellas de corte institucional, que permitan revertir, en parte, la situación descrita.

PALABRAS CLAVES: Género. Matrícula. Propuesta.

A GENDER LOOK AT FEMALE ENTRY IN INDUSTRIAL TECHNOLOGIES CAREERS

ABSTRACT: This presentation, the result of a Teaching Innovation Project (USACH, 2016), aims to show some of the social characteristics of the students of the different Technology careers dictated by the Technological Faculty of the University of Santiago de Chile (USACH). Specifically, this work seeks to show the evolution that enrollment has had in the different specialties of the Technologist / Technology career, considering the gender variable of the students who enter said careers. The evolution of enrollment for each of the eight specialties of the Technology career is shown in relation to the gender of the admitted students, in the period 2012 to 2018, inclusive. The possible causes of this phenomenon, detected to date of this presentation, of the smaller number of registered women, of the order of 15.16%, than men, are mentioned and three proposals are made, one of them of an institutional nature, which allow to reverse, in part, the situation described.

KEYWORDS: Gender. Enrollment. Proposal.

1 INTRODUCCIÓN

La Universidad de Santiago de Chile, a través de la Facultad Tecnológica, creó en 1969 carreras técnicas para satisfacer las demandas de mano de obra calificada que la industria manufacturera de bienes y servicios demandaba en ese entonces y, a la vez, otorgar la oportunidad de crecimiento personal a jóvenes con pocas posibilidades de llegar a obtener un título profesional universitario. (Gutiérrez, Antonio 2017)

Estas carreras técnicas se dictaron hasta el 2001. El año 2002 se produce una renovación curricular, empezando a dictarse la carrera de Tecnología. La misma acentúa la formación en el ámbito tecnológico de acuerdo con los nuevos requerimientos de la industria nacional, pero introduciendo elementos que permiten al estudiante adentrarse en el campo de la gestión de la tecnología, en el emprendimiento y en la innovación.

La mencionada carrera consta actualmente de ocho especialidades distintas, a saber: Tecnología en Administración de Personal, Alimentos, en Automatización Industrial, en Construcciones, en Control Industrial, en Diseño Industrial, en Mantenimiento Industrial y en Telecomunicaciones. Se puede apreciar que las especialidades abarcan un espectro amplio de la tecnología, desde tecnologías propiamente industriales o tecnología dura hasta tecnologías blandas y tecnologías no tradicionales.

Dentro de este variado espectro, esta ponencia se centrará en analizar la distribución por género, centrado en el género femenino, que ha tenido la matrícula de los y las estudiantes y la evolución de la misma en el período 2012 al 2018 inclusive. (USACH, 2017) en las carreras de tecnología dura o industrial, pertenecientes al Departamento de Tecnologías Industriales (DTI) de la Facultad Tecnológica.

La presente ponencia se ha desarrollado, partiendo por la recopilación de antecedentes de matrícula de los y las estudiantes ingresados en el período señalado

Estos datos fueron proporcionados por la Oficina de Registro Académico de la Universidad. Posteriormente, se ha realizado el análisis para conocer como ha sido la distribución por género y la evolución que el género ha tenido en la matrícula para finalmente hacer propuestas que permitan mejorar las cifras de matrícula femenina.

2 ESCENARIO DE GÉNERO

El DTI dicta la carrera de Tecnología en las especialidades de Automatización Industrial (TAI), en Construcciones (TCO), en Mantenimiento Industrial (TMI) y en Telecomunicaciones (TTEL).

Desde siempre, quizás por problemas culturales, estas especialidades han sido tradicionalmente carreras “para hombres” (Preciado, F et all, 2015). El ingreso de mujeres

fue restringido, no por requisitos de la institución sino por la poca convocatoria que estas carreras han tenido en ellas, influenciada tal vez, por la visión machista de las mismas, propia de especialidades en las cuales gran parte del trabajo profesional, está relacionado con el esfuerzo físico, que suele ser una limitante para el género femenino. No obstante, no se ha considerado el tremendo valor que tiene la mujer en el trabajo, especialmente su dedicación, el trabajo de detalle, el trabajo fino, capacidad para desarrollar múltiples tareas a la vez, la mirada distinta para solucionar problemas, la sensibilidad para afrontar los problemas y la capacidad para relacionarse con los demás, etc. características que muchas veces, el medio y ellas mismas no las consideran.

La Universidad de Santiago de Chile, todos los años, realiza la Feria del Postulante para promocionar sus carreras a los y las estudiantes egresadas de la Enseñanza Media; asimismo promociona sus carreras a través de la página web institucional y mediante las redes sociales. En dicha feria, se entrega la mayor parte de la información, como características de la carrera, perfil de egreso, campo laboral, etc. En ninguna parte de esta información se menciona si hay carreras para hombre o carreras para mujeres, solamente se aclara a los y las postulantes que no existen diferencias de género en ninguna de las carreras ofrecidas por la institución y que las capacidades tanto de mujeres como de hombres para estudiar y desempeñarse profesionalmente son las mismas; normalmente estas aprehensiones y consultas en este sentido provienen de las postulantes del sexo femenino.

Pero, por otra parte, es necesario aclarar, que en la mayoría de las carreras de corte tecnológico o de ingeniería que dicta la Universidad de Santiago de Chile el ingreso de mujeres es menor que el de los hombres y esta apreciación incluye a las cuatro especialidades de la carrera de Tecnología referidas en esa ponencia. Esta situación se replica en otras instituciones de educación superior que forman profesionales en el ámbito de la tecnología o de la ingeniería. Además, hay que señalar que la institución no ha desarrollado políticas o acciones tendientes a revertir ni a paliar esta situación.

A partir del 2012 y hasta el 2018 inclusive, el panorama general de matrícula, de las cuatro especialidades de Tecnología del DTI, en cuanto a género, es el que se muestra en la Tabla N° 1:

Tabla N° 1. Distribución de Género en el Departamento de Tecnologías Industriales (Porcentajes).

Departamento de Tecnología Industriales.								
Género	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Prom
Femenino	18.0	16.8	16.3	15.6	12.3	12.0	12.06	14.72
Masculino	82.0	83.2	83.7	84.4	87.7	88.0	87.94	85.27

Fuente: Registro Académico de la USACH, 2017.

Como se puede apreciar en la Tabla N° 1, las tasas de matrícula en el DTI, señalan mayor cantidad de hombres (85.27 %) que de mujeres (14.72 %). El año con una menor matrícula femenina fue el 2017 con un 12.0 %.

Estos datos señalan que el DTI tiene una cantidad de alumnas inferior al promedio nacional, que al 2015 era de 23,1%. (Temas de interés, 2016). En forma más específica, el desglose, por cada una de las especialidades de la carrera de Tecnología, de las cifras presentadas en la Tabla N° 1 es el que se muestra en las Tablas N° 2, N° 3, N° 4 y N° 5:

Tabla N° 2. Distribución de Género para la carrera de TAI (Porcentajes).

Tecnología en Automatización Industrial (TAI)								
Género	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Prom
Femenino	17.1	12.9	15.0	9.6	10.5	8.8	5.12	9.44
Masculino	82.9	87.1	85.0	90.4	89.5	91.3	94.88	90.55

Fuente: Registro Académico de la USACH, 2017.

En la carrera de Tecnología en Automatización Industrial, en las cohortes analizadas el sexo femenino constituye sólo el 9.44 %, en promedio, frente al 90.55 % de los hombres. La cifra más alta fue 17.1% (año 2012) y la más baja 5.12 % (año 2018). A través de los años analizados, se muestra una baja sostenida en la matrícula femenina.

Tabla N° 3. Distribución de Género para la carrera de TCO (Porcentajes).

Tecnología en Construcciones (TCO)								
Género	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Prom
Femenino	22.8	22.5	18.0	25.8	15.9	17.4	21.56	21.58
Masculino	77.2	77.5	82.0	74.2	84.1	82.6	78.44	79.84

Fuente: Registro Académico de la USACH, 2017.

En la carrera de Tecnología en Construcciones, las estudiantes del sexo femenino constituyen el 21.58 %, en promedio, frente al 79.84 % de los hombres. La cifra más alta fue de 25.8 % (año 2015) y la más baja 15.9 % (año 2016), cifra que ha ido en aumento en los años 2017 y 2018. La especialidad de construcciones es la que tiene el mayor porcentaje de matrícula femenina en el DTI.

Tabla N° 4. Distribución de Género para la carrera de TMI (Porcentajes).

Tecnología en Mantenimiento Industrial (TMI)								
Género	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Prom
Femenino	15.7	17.3	12.1	12.0	8.1	7.2	0	9.59
Masculino	84.3	82.7	87.9	88.0	91.9	92.8	100	90.41

Fuente: Registro Académico de la USACH, 2017.

En la carrera de Tecnología en Mantenimiento Industrial, en las cohortes analizadas, se muestra que el sexo femenino constituye sólo el 9.59 %, en promedio,

frente al 90.41 % de los hombres. La cifra más alta de matrícula femenina fue de 17.3 % (año 2013), contrastando con el año 2018 en que, sorprendentemente no hubo ingreso de mujeres. Esta es una especialidad en que la matrícula de mujeres siempre ha sido deficitaria y muestra una baja sostenida a partir del 2017.

Tabla N° 5. Distribución de Género para la carrera de TTEL (Porcentajes).

Tecnología en Telecomunicaciones (TTEL)								
Género	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Prom
Femenino	14.0	14.0	21.1	12.0	13.9	13.7	19.51	12.76
Masculino	86.0	86.0	78.9	88.0	86.1	86.3	80.49	87.95

Fuente: Registro Académico de la USACH, 2017.

En la carrera de Tecnología en Telecomunicaciones, las estudiantes del sexo femenino constituyen el 12.76 %, en promedio, frente al 87.95 % de los hombres. La cifra más alta de matrícula femenina fue de 21.1 % (año 2014) y la más baja 12.0 % (año 2015), recuperándose levemente hasta llegar al 2018 con un 19.51 %.

Como se puede apreciar, la especialidad con mayor matrícula femenina, en promedio, es Tecnología en Construcciones con 21.58 %; después Telecomunicaciones con 12.76 %, Mantenimiento Industrial con 9.59 % y, finalmente, Automatización Industrial con 9.44 %.

Por otra parte, en el análisis de cada una de las especialidades de la carrera de tecnología, se puede apreciar que, coincidiendo con los datos de la tabla N° 1, el año 2016 presenta la menor matrícula femenina con un promedio de 12.1 %. Se exceptúa, marcadamente, con una cifra inferior al promedio señalado, a Tecnología en Automatización Industrial, que para el año 2015 tiene un ingreso femenino de 9.6 %. Este promedio de 12.1 % es inferior a la cifra general de matrícula femenina, que para el año 2016, que asciende a 12.3 %. Los promedios señalados son inferiores a la media nacional de matrícula femenina de 23,1% para el año 2015.

3 PROPUESTA

No es fácil solucionar un problema cultural tan arraigado en nuestras sociedades como es el machismo, unido a la desinformación acerca del alcance y los objetivos del programa académico relacionado con tecnologías de corte industrial, la poca valorización en sus propias capacidades por parte de la mujer, la existencia de marcados estereotipos hombre-mujer, una educación básica y media segregadora, una educación superior segregadora por áreas de saber, metodologías de enseñanza poco estimulantes, un mercado laboral también segregador, etc. Pero es necesario implementar acciones que permitan, paso a paso, ir cambiando esta realidad como parte de una política permanente no sólo a nivel de la institución sino también al nivel país.

El DTI realiza visitas a colegios de enseñanza media de Santiago y alrededores para promocionar las carreras de Tecnología. La mayoría de estos colegios visitados, son de hombres; hay que recordar que la mayoría de los programas de tecnología dura o industrial está compuesta por hombres. El foco de estas visitas, sin dejar de lado los colegios para hombres, está el visitar colegios con matrícula mixta y de matrícula femenina, para incentivar y avanzar en incentivar e incorporar a mujeres como futuras estudiantes en carreras de tecnología de la Facultad Tecnológica como también dictar charlas especiales, exclusivamente para mujeres, dedicadas a incentivarlas y encantarlas en el ámbito de las tecnologías duras. La experiencia en colegios sólo para mujeres ha sido decepcionante, pero hay que perseverar en estas acciones y no dejarlas de lado.

En las visitas a colegios mixtos y femeninos es necesario, incorporar a ex-alumnas, ya tituladas y con algunos años de ejercicio profesional, para que clarifiquen, incentiven y entreguen una visión clara de la carrera, el importante rol de la mujer en las mismas y su proyección profesional. Así, las futuras postulantes podrán tener una visión de la realidad que tendrán que vivir como estudiantes y, luego, como profesionales.

A nivel más institucional, es necesario entregar vacantes exclusivas para mujeres, política ha sido implementada, con éxito, en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile (Universidad de Chile, 2017) (La Tercera de la Hora, 2018) con excelentes resultados, política que también se ha replicado partir del 2019 en la Universidad Técnica Federico Santa María (La Tercera de la Hora, 2018). Asimismo, se debe considerar el otorgar reconocimiento a los aprendizajes previos o la entrega de una bonificación especial en el puntaje de postulación para ingresar a la Universidad, o simplemente aceptar el ingreso de mujeres solamente con haber rendido la prueba de selección universitaria. También se hace necesario crear un programa de seguimiento y acompañamiento de las alumnas, especialmente en los primeros dos años de estudios, de tal forma de facilitar el ingreso y el tránsito en las carreras del DTI, mediante tutorías y ayudantías, evitando una deserción prematura. Como también es necesario establecer guarderías para hijos e hijas de las alumnas que ya han sido madres o aquellas que han concebido siendo alumnas de la institución, de esta manera evitar la suspensión de sus estudios o también el abandono prematuro de los mismos, facilitando la continuidad en la institución.

4 CONCLUSIONES

Este trabajo ha mostrado una realidad dura y palpable que también se replica en las instituciones de educación terciaria que dictan programas académicos en tecnología dura o industriales, en las cuales la cantidad de mujeres que ingresan son minoría en

relación a los hombres. Esta realidad ha ido evolucionando lentamente través del tiempo, notándose aumentos poco significativos sin que las autoridades del Ministerio de Educación ni de las universidades hayan reaccionado, mostrado una preocupación real por crear y poner en marcha políticas universitarias efectivas de tal modo de mejorar sustancialmente los indicadores de matrícula femenina.

El DTI de la Facultad Tecnológica no es ajeno a la realidad descrita, situación que se ha mantenido inalterable por casi 50 años, que esta ponencia así lo corrobora. Sin embargo, la solución a este problema requiere de acciones decididas y de la voluntad política de las autoridades universitarias como también gubernamentales tendientes a revertir o a mejorar los indicadores de matrícula por género en el mediano plazo.

Por otro lado, se observa que, en general, el DTI presenta una disminución sostenida de matrícula femenina en los últimos 6 años, cuya media es del orden del 12,5% (Registro Curricular, 2017) problema que debe ser una preocupación preferente de las autoridades universitarias. Además, claramente se observa que las especialidades que más aportan a la disminución de la matrícula femenina, después del 2014, son las de Automatización Industrial y Mantenimiento Industrial, considerando que la especialidad de Telecomunicaciones ha tendido a revertir la situación en el año 2018 y se espera que esta cifra aumente en los años sucesivos. La especialidad de Construcciones ha aumentado la matrícula femenina el último año reportado, llegando a alcanzar valores cercanos al del 2012, donde se anota una de las mejores cifras de matrícula.

El DTI debe perseverar en ofrecer un mayor atractivo para sus carreras de corte industrial con una modificación curricular que involucre temas como medio ambiente, ecología, nanotecnología, etc.

Las propuestas contenidas en esta ponencia no son difíciles de implementar; luego, se espera que sean un aporte efectivo para mejorar los indicadores de matrícula femenina en el DTI y que estos sean un enfoque de género incluyente que permita la difusión social de la tecnología. (Gutiérrez, Alfredo, 2012)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Facultad Tecnológica, (2017). Estadística de estudiantes, 2017. Registro Curricular.

Gutiérrez, Antonio, (2017). Diseño estratégico. Programa de continuidad de estudios Licenciatura en Tecnologías Industriales conducentes a título profesional. Facultad Tecnológica. USACH.

Gutiérrez, Alfredo, (2012). Diseño y tecnología: aproximaciones de género en estudiantes de Diseño Industrial. Revista S&T,10 (22), Memorias 5° Encuentro Internacional de Investigación en Diseño-Diseño + 2012, 69-69. Recuperado de https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/sistemas_teleomatica/article/view/1262/1696

La Tercera de la Hora, (2018). Facultad de Ingeniería de la U. de Chile logra récord histórico de alumnas nuevas. Sábado 27 de enero del 2018.

Preciado, F et all, (2015). “Navegando entre dos mares”: mujeres en el contexto de la cultura de ingeniería. Revista Iberoamericana de educación, 68, 39-58. Recuperado de <https://rieoei.org/RIE/article/view/199>

Temas de Interés, (2016). Mujeres se abren paso en la ingeniería derribando mitos y discriminaciones. Universidad San Sebastián. 2 de mayo del 2016. Recuperado de <http://www.uss.cl/ingenieria-y-tecnologia/mujeres-se-abren-paso-la-ingenieria-derribando-mitos-discriminaciones/>. Visitada el 06 de febrero 2018.

Universidad de Chile, (2017). Programa de ingreso prioritario de equidad de género (PEG). Recuperado de <http://ingenieria.uchile.cl/admision/admision-especial-pregrado/94355/cupos-equidad-de-genero>

USACH, (2017). Estadísticas de matrícula 2012-2017. Registro Académico, USACH.

CAPÍTULO 11

EMPREGANDO O GEOGEBRA 3D NA DE (COMPOSIÇÃO) DE POLIEDROS CONVEXOS PARA O CÁLCULO DO VOLUME¹

Data de submissão: 12/10/2021

Data de aceite: 21/10/2021

Victoria Mazotti Rodrigues da Silva

Mestranda do PROFMAT da UTFPR – PR
<http://lattes.cnpq.br/7151229027126230>

Rudimar Luiz Nós

Professor orientador
Doutor em Matemática Aplicada, USP – SP
<http://lattes.cnpq.br/4377393528295346>
<https://orcid.org/0000-0002-9219-0811>

RESUMO: Apresentamos neste trabalho o uso do GeoGebra 3D na composição/decomposição de poliedros convexos para estabelecer estratégias para o cálculo do volume desses sólidos. Empregamos basicamente duas operações sobre poliedros para as composições/decomposições: a acumulação e o truncamento, e usamos a acumulação para calcular o volume do hexaedro tetrakis, um poliedro de Catalan. Concluímos que o GeoGebra 3D é uma excelente ferramenta para estabelecer

¹ Apoio: PROFMAT, UTFPR, Câmpus Curitiba.

estratégias para o cálculo do volume de poliedros convexos e que pode ser explorada nesse sentido tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior, particularmente no Curso de Licenciatura em Matemática e no Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT.

PALAVRAS-CHAVE: Hexaedro tetrakis. Classes de poliedros. Operações sobre poliedros.

USING GEOGEBRA 3D IN COMPOSITION/ DECOMPOSITION OF CONVEX POLYHEDRA FOR VOLUME COMPUTATIONS

ABSTRACT: We present in this work the use of GeoGebra 3D in the composition/decomposition of convex polyhedra to establish strategies for calculating the volume of these solids. We employ two operations on polyhedra for compositions/decompositions: accumulation and truncation, and we use accumulation to calculate the volume of the tetrakis hexahedron, a Catalan polyhedron. We conclude that GeoGebra 3D is an excellent tool to establish strategies for calculating the volume of convex polyhedra and that it can be explored in this regard both in High School and Higher Education, particularly in Mathematics-Teaching Degree Course and in Professional Masters in Mathematics in National Network – PROFMAT.

KEYWORDS: Tetrakis hexahedron. Polyhedra classes. Operations on polyhedra.

1 INTRODUÇÃO

O cálculo do volume de um poliedro convexo é um tema presente no currículo de matemática do Ensino Médio (LIMA et al., 2006) e também do Ensino Superior, como na Licenciatura em Matemática (DOLCE; POMPEO, 2013) e no PROFMAT (NETO, 2013). Esse cálculo é uma tarefa complexa quando depende de medidas do poliedro dual (COXETER, 1973; SILVA; NÓS, 2018) e da transformação de radicais duplos em radicais simples (NÓS; SILVA, 2019; NÓS; SAITO; SANTOS, 2017; SAITO; NÓS; SANTOS, 2017). Além disso:

[...] há na natureza cristais e organismos vivos com formatos poliédricos. O volume de uma pedra preciosa e de uma massa viral, por exemplo, são medidas que devem, sob certas circunstâncias, ser calculadas (SILVA; NÓS, 2018, p. 17).

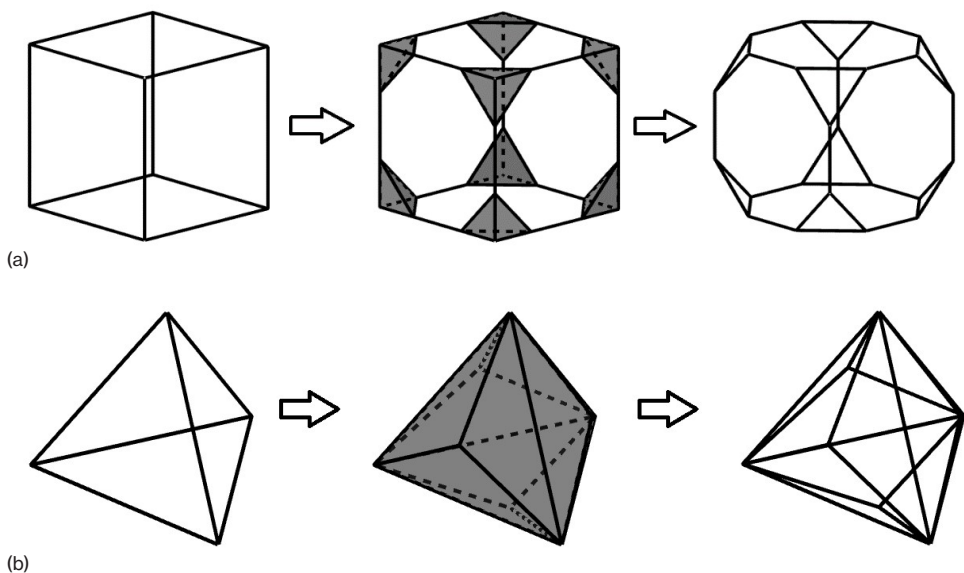
Dessa forma, dado um poliedro de Platão, Arquimediano, de Catalan ou de Johnson, a primeira tarefa no cálculo do volume é estabelecer uma estratégia para visualizar as partes do poliedro, ou seja, se podemos separá-lo em partes das quais sabemos calcular o volume, como prismas e pirâmides, ou se podemos obtê-lo de outro sólido conhecido, como o cubo por exemplo, eliminando partes das quais também sabemos calcular o volume.

Nesta tarefa, podemos empregar aplicativos de geometria dinâmica, como o GeoGebra 3D (GEOGEBRA, 2021), que possibilitam a composição/decomposição do poliedro e, conseqüentemente, a determinação de uma estratégia efetiva para o cálculo do volume.

Neste trabalho, abordamos basicamente duas estratégias: na decomposição, a operação sobre poliedros denominada truncamento e, na composição, a operação denominada acumulação.

O truncamento consiste em cortar os vértices ou as arestas do poliedro, como ilustra a Figura 01(a), onde truncamos pirâmides triangulares dos vértices de um cubo, um poliedro de Platão, para obter o cubo truncado, um poliedro Arquimediano. Já a acumulação é a operação dual do truncamento que acopla pirâmides às faces do poliedro, como ilustra a Figura 01(b), onde acumulamos o tetraedro regular, um poliedro de Platão, para obter o tetraedro triakis, um poliedro de Catalan.

Figura 01 – Operações sobre poliedros: (a) truncamento do cubo; (b) acumulação do tetraedro regular.



Fonte: Silva e Nós (2018).

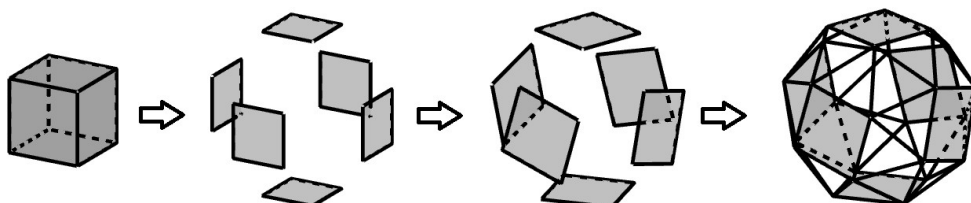
2 METODOLOGIA

Empregamos o GeoGebra 3D para construir todas as figuras deste trabalho. Uma vez efetuadas as composições/decomposições com o aplicativo de geometria dinâmica, os resultados obtidos para os volumes dos poliedros foram conferidos em Rechneronline (2021), WolframAlpha (2021) e WolframMathWorld (2021).

3 DESENVOLVIMENTO

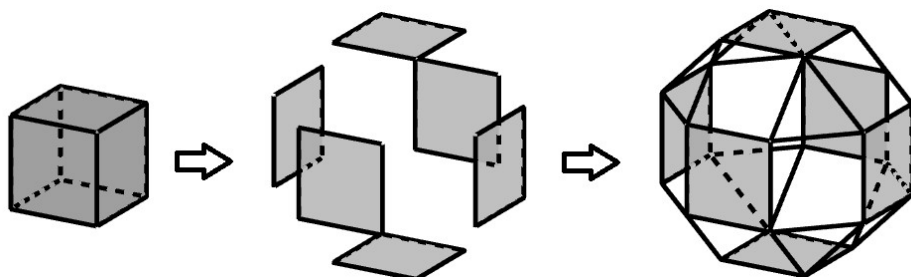
Apresentamos nesta seção algumas composições – Figuras 02 a 06 - e decomposições – Figuras 07 a 13 - efetuadas com o GeoGebra 3D. Para ilustrar o cálculo do volume, selecionamos o hexaedro tetrakis, um poliedro de Catalan obtido pela acumulação do hexaedro regular (ou cubo), um poliedro de Platão.

Figura 02 – O cubo snub obtido pela snubificação do cubo.



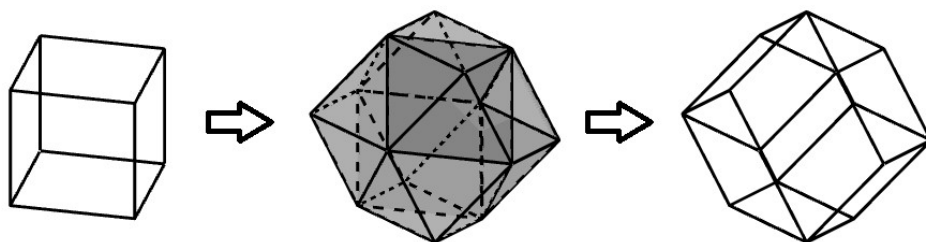
Fonte: Silva e Nós (2018).

Figura 03 – O rombicuboctaedro obtido pela expansão do cubo.



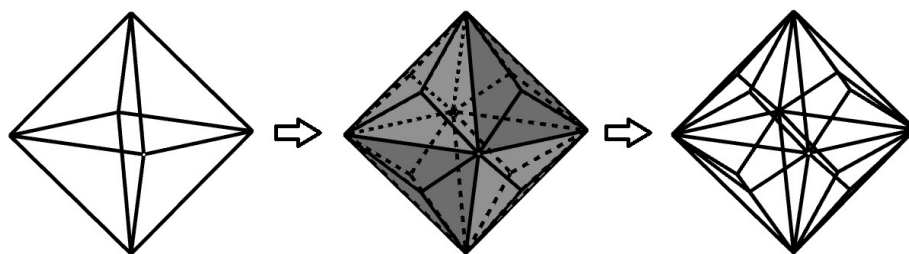
Fonte: Silva e Nós (2018).

Figura 04 – O dodecaedro rômico obtido pela acumulação do cubo.



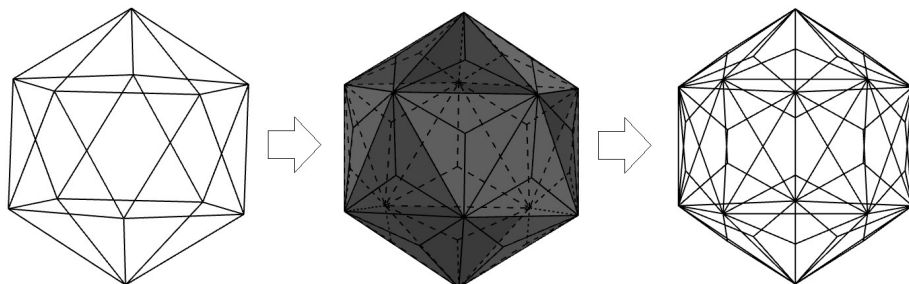
Fonte: Silva e Nós (2018).

Figura 05 – O octaedro triakis obtido pela acumulação do octaedro regular.



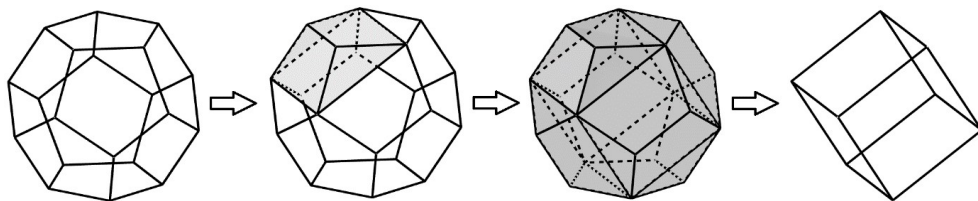
Fonte: Silva e Nós (2018), Nós e Silva (2020).

Figura 06 – O icosaedro triakis obtido pela acumulação do icosaedro regular.



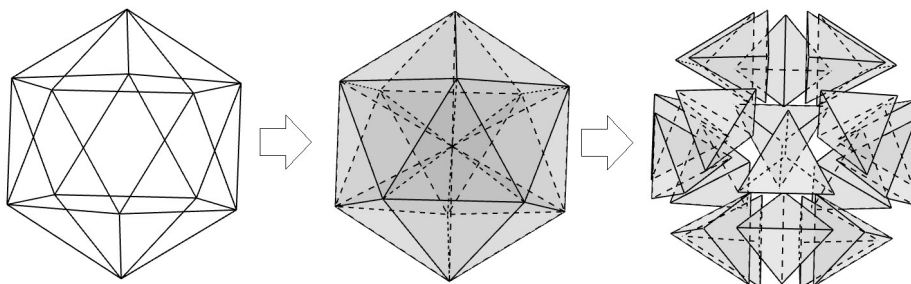
Fonte: Nós e Silva (2019).

Figura 07 – A decomposição do dodecaedro regular.



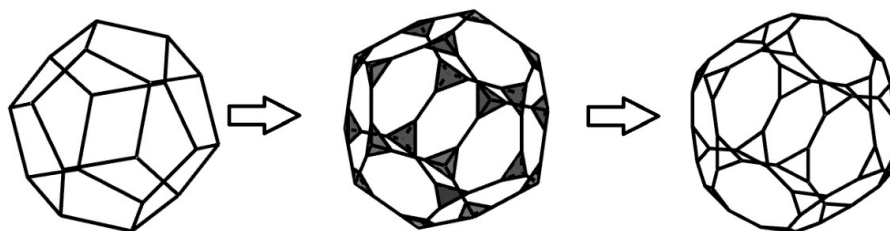
Fonte: Silva e Nós (2018).

Figura 08 – A decomposição do icosaedro regular.



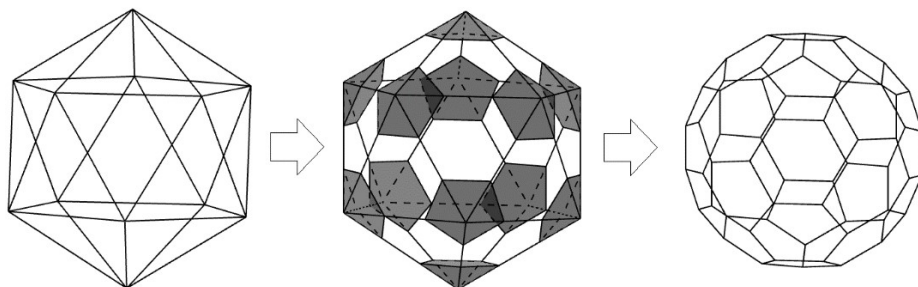
Fonte: Nós e Silva (2019).

Figura 09 – O dodecaedro truncado obtido a partir do truncamento do dodecaedro regular.



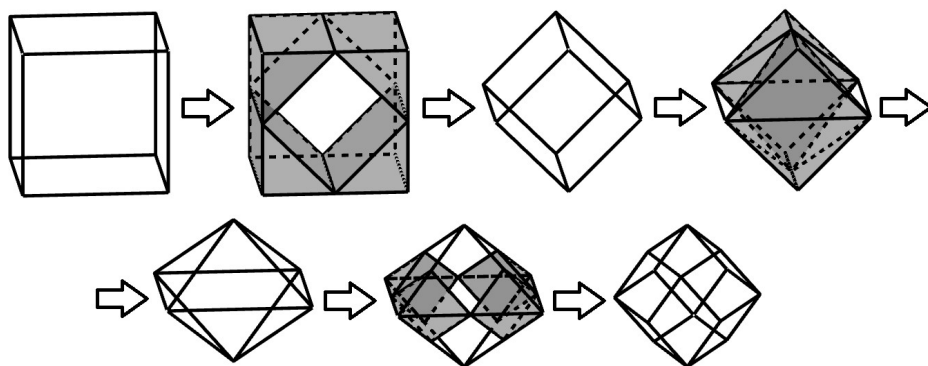
Fonte: Silva e Nós (2018).

Figura 10 – O icosaedro truncado obtido a partir do truncamento do icosaedro regular.



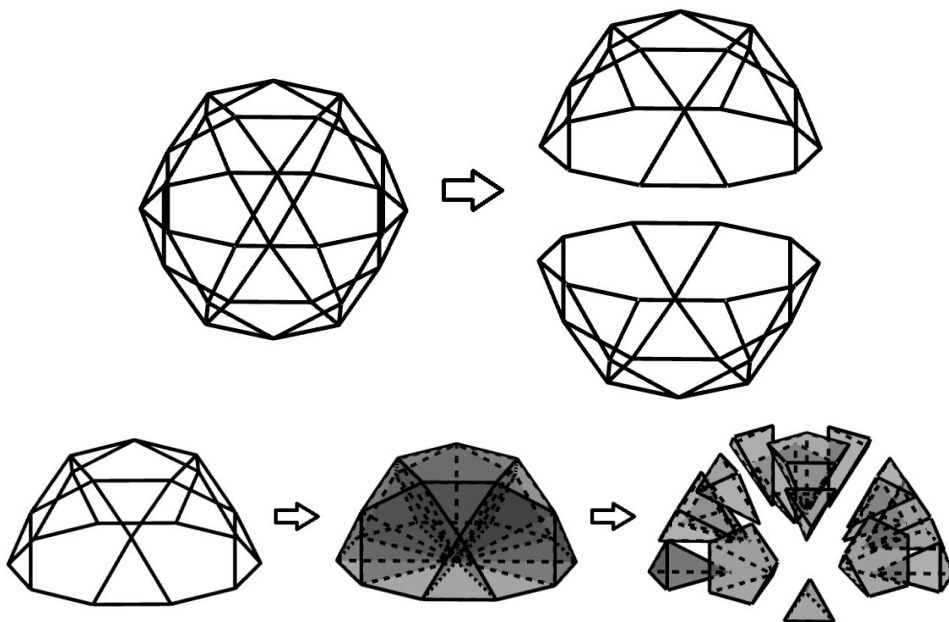
Fonte: Nós e Silva (2019).

Figura 11 – O dodecaedro rômbo obtido a partir de truncamentos sucessivos do cubo.



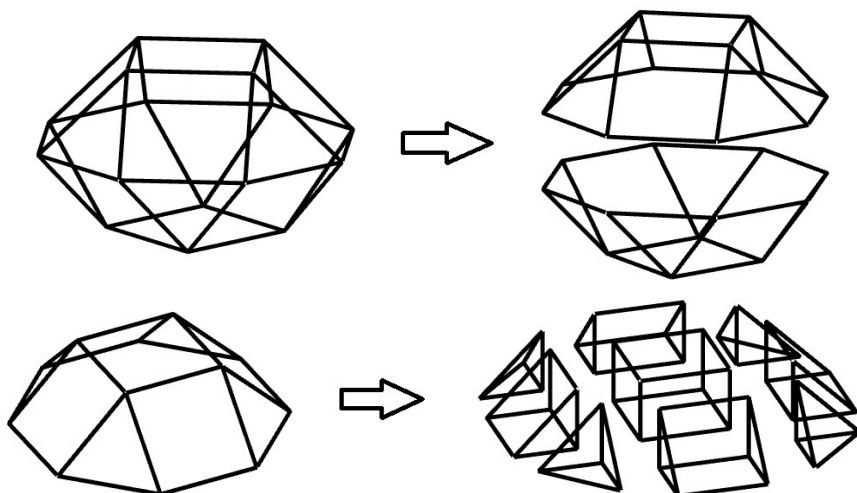
Fonte: Silva e Nós (2018).

Figura 12 – A decomposição da rotunda pentagonal (J6).



Fonte: Silva e Nós (2018).

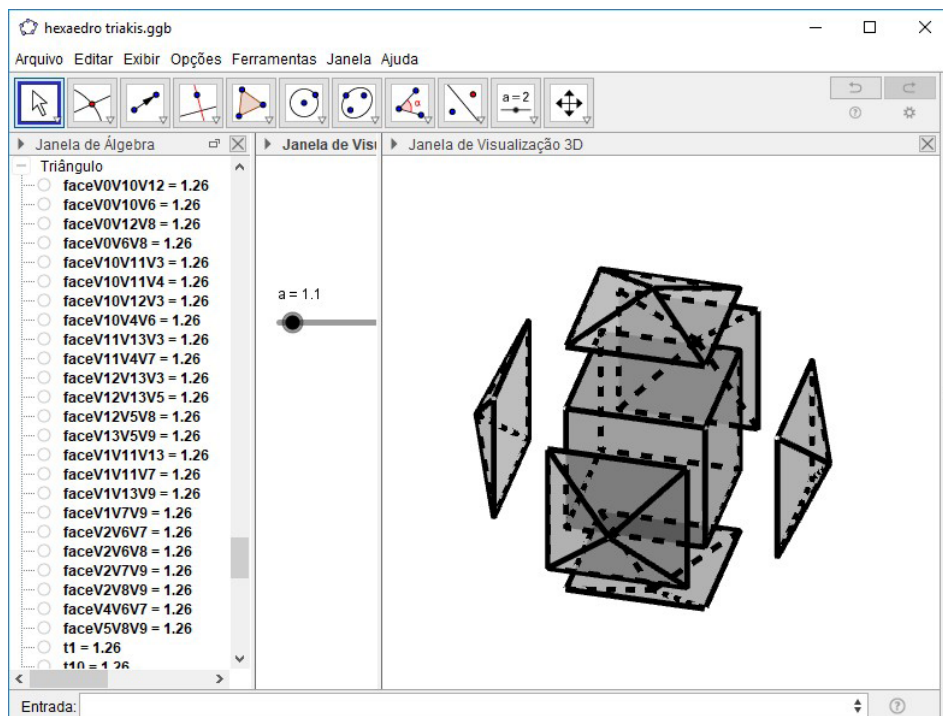
Figura 13 – A decomposição da girobicúpula quadrada (J29).



Fonte: Silva e Nós (2018).

O hexaedro tetrakis, um poliedro de Catalan (SILVA; NÓS, 2018), pode ser obtido por acumulação do hexaedro regular, um poliedro de Platão, ao acoplarmos uma pirâmide quadrangular em cada face, como ilustra a Figura 14.

Figura 14 – A decomposição do hexaedro tetrakis.



Fonte: Silva e Nós (2018).

Assim, o volume do hexaedro tetrakis é dado por

$$V(\text{hexaedro tetrakis}) = V(\text{hexaedro regular}) + 6V(\text{pirâmide quadrangular}). \quad (1)$$

O hexaedro tetrakis é um poliedro convexo composto por 24 faces, 36 arestas e 14 vértices. Suas faces são formadas por triângulos isósceles e suas arestas têm dois comprimentos:

1. as doze maiores são as arestas do hexaedro regular sobre cujas faces se faz a acumulação;
2. as vinte e quatro menores são as arestas laterais das pirâmides quadrangulares acopladas às faces do hexaedro regular na acumulação.

Segundo WolframMathWorld (2021), ao formarmos o hexaedro triakis a partir do seu dual (SILVA; NÓS, 2018), o octaedro truncado, com aresta unitária, obtemos um hexaedro tetrakis com a maior aresta medindo $\frac{3}{2}\sqrt{2}$ e a menor aresta medindo $\frac{9}{8}\sqrt{2}$. Considerando a maior e a menor arestas do hexaedro tetrakis com medidas arbitrárias a e x , respectivamente, temos, por semelhança de triângulos, que:

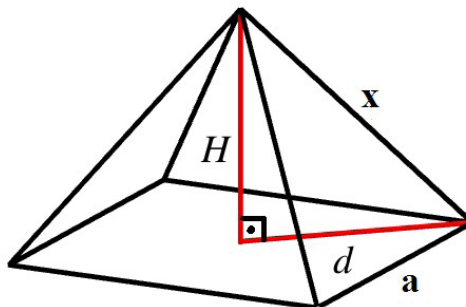
$$\frac{a}{\frac{3}{2}\sqrt{2}} = \frac{x}{\frac{9}{8}\sqrt{2}};$$

$$x = \frac{3}{4}a; \quad (2)$$

$$a = \frac{4}{3}x. \quad (3)$$

A pirâmide quadrangular da acumulação tem a forma e as dimensões da pirâmide ilustrada na Figura 15, onde a é a medida da aresta do hexaedro regular e x é a medida da aresta lateral da pirâmide acoplada.

Figura 15 – Pirâmide quadrangular da acumulação do hexaedro regular.



Fonte: Os autores.

Sabemos que a base da pirâmide quadrangular acoplada é um quadrado. Aplicando o teorema de Pitágoras no triângulo retângulo da Figura 15, de hipotenusa x e catetos $d = \frac{a\sqrt{2}}{2}$ e H , sendo H a altura da pirâmide, obtemos, usando (2):

$$\begin{aligned}x^2 &= H^2 + d^2; \\ \left(\frac{3}{4}a\right)^2 &= H^2 + \left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^2; \\ H^2 &= \frac{9}{16}a^2 - \frac{2}{4}a^2; \\ H^2 &= \frac{1}{16}a^2; \\ H &= \frac{a}{4}.\end{aligned}\tag{4}$$

Dessa forma, empregando (4) em (1) e a relação para o cálculo do volume da pirâmide (NETO, 2013), concluímos que o volume do hexaedro tetrakis é igual a:

$$\begin{aligned}V(\text{hexaedro tetrakis}) &= a^3 + 6\frac{1}{3}a^2\frac{a}{4}; \\ V(\text{hexaedro tetrakis}) &= a^3 + \frac{a^3}{2}; \\ V(\text{hexaedro tetrakis}) &= \frac{3}{2}a^3,\end{aligned}\tag{5}$$

onde α medida da maior aresta do hexaedro tetrakis (ou a medida da aresta do hexaedro regular).

Podemos também determinar o volume do hexaedro tetrakis a partir da medida de sua menor aresta x . Substituindo (3) em (5), obtemos:

$$\begin{aligned}V(\text{hexaedro tetrakis}) &= \frac{3}{2}\left(\frac{4}{3}x\right)^3; \\ V(\text{hexaedro tetrakis}) &= \frac{3}{2}\frac{64}{27}x^3; \\ V(\text{hexaedro tetrakis}) &= \frac{32}{9}x^3,\end{aligned}\tag{6}$$

onde x é a medida da menor aresta do hexaedro tetrakis (ou a aresta lateral da pirâmide quadrangular acoplada na acumulação do hexaedro regular).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados (5) e (6) conferem com Rechneronline (2021), WolframAlpha (2021) e WolframMathWorld (2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos neste trabalho estratégias para o cálculo do volume de poliedros convexos utilizando o aplicativo de geometria dinâmica GeoGebra 3D. Com este aplicativo, efetuamos composições e decomposições de poliedros, importantes para o cálculo do volume desses sólidos. O trabalho contribui às escassas referências em Língua Portuguesa sobre o tema e esperamos que o mesmo estimule os professores de matemática da Educação Básica e do Ensino Superior a usar e explorar aplicativos de geometria dinâmica em sala de aula, particularmente no cálculo do volume de poliedros convexos.

REFERÊNCIAS

COXETER, H. S. M. **Regular polytopes**. 3rd. ed. New York; Dover, 1973.

DOLCE, O.; POMPEO, J. N. **Fundamentos de matemática elementar: geometria espacial**. v. 10, 7. ed. São Paulo: Atual, 2013.

GEOGEBRA. **GeoGebra 3D graphing calculator**. 2021. Disponível em: <https://www.geogebra.org/3d?lang=pt-BR>. Acesso em: 11 out. 2021.

LIMA, E. L. et al. **A matemática do Ensino Médio**. v. 2, 6. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2006.

NETO, A. C. M. **Geometria**. 1. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2013.

NÓS, R. L.; SILVA, V. M. R. da. Compondo/decompondo poliedros convexos com o GeoGebra 3D. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics**, v. 7, n. 1, p. 1-7, 2020.

NÓS, R. L.; SILVA, V. M. R. da. Radicais duplos no cálculo do volume de poliedros convexos. **C.Q.D. Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, v. 16, p. 53-70, 2019.

NÓS, R. L.; SAITO, O. H.; SANTOS, M. A. dos. Geometria, radicais duplos e a raiz quadrada de números complexos. **C.Q.D. Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, v. 11, p. 48-64, 2017.

RECHNERONLINE. **Tetrakis Hexahedron Calculator**. 2021. Disponível em: <https://rechneronline.de/pi/tetrakis-hexahedron.php>. Acesso em: 11 out. 2021.

SAITO, O. H.; NÓS, R. L.; SANTOS, M. A. dos. Radicais duplos e a raiz quadrada de um número complexo. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2017.

SILVA, V. M. R. da; NÓS, R. L. **Calculando o volume de poliedros convexos**. Curitiba: CRV, 2018.

WOLFRAMALPHA. **Tetrakis Hexahedron**. 2021. Disponível em: <https://www.wolframalpha.com/input/?i=tetrakis+hexahedron&wal=header>. Acesso em: 11 out. 2021.

WOLFRAMMATHWORLD. **Tetrakis Hexahedron**. 2021. Disponível em: <https://mathworld.wolfram.com/TetrakisHexahedron.html>. Acesso em: 11 out. 2021.

CAPÍTULO 12

ENSINO DE CÁLCULO COM O APOIO DE BLOG E DO GEOGEBRA

Data de submissão: 09/09/2021

Data de aceite: 30/09/2021

Ailton Durigon

Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/2436082031816770>

Vilma Gisele Karsburg

Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/4572175405573685>

Alan Lanceloth Rodrigues Silva

Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/8055187317212732>

Lucas Santos Savi Mondo

Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/9478112481483736>

RESUMO: O cálculo diferencial e integral nos cursos das áreas exatas é uma ferramenta fundamental na solução de diversos problemas, sendo imprescindível o seu estudo. Por outro lado, os índices de reprovação são altos com consequências negativas. Neste artigo, descrevemos os resultados de um trabalho

que teve como objetivo central, possibilitar uma melhor aprendizagem dos conteúdos de Cálculo no curso de Engenharia Mecânica. Neste sentido, organizamos um blog onde as atividades puderam ser acessadas de forma dinâmica e interativa, tendo como base o uso do *software* GeoGebra como ferramenta de apoio durante as aulas e em atividades extraclasse. Dentre os resultados, destacamos o interesse e forte envolvimento dos alunos que tiveram uma melhor compreensão dos conteúdos. Ao final do semestre estes avaliaram o trabalho positivamente, demonstrando que as atividades desenvolvidas tiveram reflexo positivo na sua formação.

PALAVRAS-CHAVE: Geogebra. Blog. Atividades. Cálculo.

TEACHING CALCULUS WITH THE SUPPORT OF BLOG AND GEOGEBRA

ABSTRACT: The differential and integral calculus in the courses of the exact areas is a fundamental tool in the solution of several problems, being indispensable its study. On the other hand, failure rates are high with negative consequences. In this paper, we describe the results of a work that had as main objective, to enable a better learning of the contents of Calculus in the course of Mechanical Engineering. In this sense, we organized a blog where activities could be accessed in a dynamic and interactive way, based on the use of GeoGebra software as a support tool

during classes and extra class activities. Among the results, we highlight the interest and strong involvement of the students who had a better understanding of the contents. At the end of the semester they evaluated the work positively, demonstrating that the activities developed had a positive impact on their training.

KEYWORDS: Geogebra. Blog. Activities. Calculus.

1 INTRODUÇÃO

Quando se discute sobre educação, busca-se aperfeiçoar métodos e técnicas que visem um melhor aproveitamento dos conteúdos ministrados em sala de aula. Infelizmente, o índice de rejeição e reprovação em Cálculo, tem sido historicamente, um dos maiores dentre as disciplinas dos cursos das áreas exatas e, em especial nas Engenharias. Este fato pode ser justificado como o reflexo de práticas tradicionais no ensino destes conteúdos, bem como pelo grau de complexidade e abstração inerente e necessário a sua compreensão.

A busca por metodologias diferenciadas pode contribuir para melhorar este cenário. Maltempo (2012) defende que o ensino de conteúdos matemáticos, associado ao uso de recursos tecnológicos permite aos professores e alunos alcançarem novos olhares sobre o objeto de estudo, explorando e consolidando conceitos rumo à construção de um conhecimento sólido, de maneira mais leve e diversificada.

A utilização de software na matemática escolar constitui também uma recomendação curricular importante, nacional e internacional, sendo encarada como uma contribuição significativa no sentido de promover a compreensão dos conceitos (Oliveira & Domingos, 2008).

Para Ferreira, Campos e Dias, (2016), o computador aliado aos conteúdos diários ajuda a despertar um maior interesse dos alunos pelas aulas, pois enriquece a aprendizagem, criando um ambiente estimulante, desafiador e dinâmico, despertando a motivação, o que pode transformar uma atividade que antes era vista como “chata” em divertida. Contribuindo assim para melhorar o aprendizado dos conceitos vistos em sala de aula.

Ao descreverem as fases das tecnologias digitais em Educação Matemática, Gadanidis, Borba e Silva (2016), destacam que estamos na quarta fase, onde a utilização de tecnologias móveis como laptop, telefones celulares ou tablets tem se popularizado nos últimos anos devido ao advento da internet rápida. Muitos estudantes utilizam a internet em sala de aula a partir de seus telefones para acessar plataformas como Google. Outros ainda utilizam as câmeras para registrar momentos dessa aula com fotos e vídeos, para lhes auxiliar mais tarde.

Neste contexto, escolhemos o GeoGebra que é um programa livre de geometria dinâmica, sendo criado por Markus Hohenwarter para ser utilizado em ambiente de sala de aula. Este *software* está disponível no site <http://www.geogebra.org/>. Neste mesmo endereço encontram-se uma gama de atividades para a abordagem de diversos conteúdos matemáticos adequados a todos os níveis de ensino (Hohenwarter e outros, 2009).

Este artigo é o relato de um trabalho que teve como objetivo central, possibilitar uma melhor aprendizagem dos conteúdos de Cálculo II no curso de Engenharia Mecânica, com o uso do GeoGebra como ferramenta de apoio durante as aulas e em atividades extraclasse.

Foram desenvolvidas e organizadas uma série de atividades sobre o uso do *software* como ferramenta de apoio ao docente e aos alunos no estudo dos conteúdos desta disciplina. Tais atividades foram amplamente utilizadas em sala de aula e disponibilizadas de forma digital e interativa em um blog, na forma de *Applets* o que permite a interação imediata, e, se o usuário preferir, também pode realizar o *download*, editando e alterando de acordo com seu interesse e/ou necessidade para melhorar a compreensão da atividade proposta ou outra semelhante.

2 FERRAMENTA GEOGEBRA E PERSPECTIVA ATUAIS

Para a nossa pesquisa optou-se pela utilização da ferramenta GeoGebra, devido às suas características particulares. O *software* possui uma interface amigável e de fácil manuseio, apresentando a possibilidade do estudo de álgebra e de geometria de maneira síncrona. Dessa forma, o ponto de partida é o conhecimento matemático que pode ser visualizado e manipulado em suas janelas de entrada, de álgebra e de visualização, sendo que o usuário com conhecimentos básicos de informática possui plenas condições de operar o *software* e tirar suas próprias conclusões e resultados.

Na busca por alternativas para o uso de tecnologias no fazer pedagógico muitos trabalhos têm sido desenvolvidos, em especial o GeoGebra tem despertado o interesse de um número cada vez maior de educadores.

O uso orientado em sala de aula da versão para computadores e para tecnologias móveis, como smartphones, não exige grande esforço e pode trazer grandes benefícios. Richit, Benites, Escher e Miskulin (2012) utilizaram o GeoGebra em atividades exploratório-investigativas no ensino de Cálculo e, relatam que os alunos puderam trabalhar os conceitos matemáticos, buscando maneiras de solução, testando hipóteses e conjecturas e verificando-as com o auxílio do *software*.

O ensino de Cálculo com o uso do GeoGebra é justificado por por Hallal, Hellmann, Sandmann, Carvalho e Reinaldo (2016) argumentando que as dificuldades tornam-se

bastante visíveis pela referida disciplina, por apresentar um alto grau de abstração e a necessidade de representações gráficas e/ou algébricas, motivos esses considerados pelos acadêmicos como os mais difíceis.

Nesta mesma direção, Galindo e Oliveira (2016) utilizaram o GeoGebra na construção de atividades relacionadas ao estudo de limite e integrais, argumentando que os estudantes obtiveram uma melhor compreensão dos respectivos conteúdos a partir das observações e exploração das propriedades envolvidas na sua construção.

No que se refere a conteúdos e tutoriais sobre o software há muito na internet. Além dos encontrados no site oficial, vídeos explicativos ou exercícios resolvidos que possibilitam a construção de inéditos, o que torna o processo de utilização do software mais facilitado. De fato, é vasta a comunidade nas muitas iniciativas “*Open Source*” em âmbito mundial, o que pode ser justificada pela facilidade de instalação e liberdade de utilização, pois, não requer nenhuma taxa ou pagamento de mensalidade.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa teve como cenário o curso de Engenharia Mecânica do Campus Lages do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Os sujeitos olvidos foram 25 alunos matriculados na disciplina de Cálculo II que possui uma carga horária de 80 horas. A execução do projeto ocorreu no segundo semestre de 2017.

Como metodologia, optamos pela abordagem da pesquisa aplicada. De acordo com Lehfeld e Barros (2000), a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, com o objetivo de “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade”.

A motivação central deste trabalho foi o de permitir um melhor aproveitamento dos conteúdos ministrados na disciplina. Neste sentido, buscamos criar situações que oportunizassem a construção, integração, complementação, produção e consequente ampliação dos recursos para o ensino e aprendizagem, e o *software* GeoGebra mostrou-se uma ferramenta interessante, especialmente nos aspectos gráfico, geométrico e algébrico.

O trabalho foi coordenado pelo professor da disciplina com o apoio de dois bolsistas de iniciação científica que já haviam cursado a referida disciplina, com êxito. Num primeiro momento, estudamos o *software* em conjunto com os bolsistas, buscando paralelamente na rede mundial de computadores, em especial no banco de dados do próprio GeoGebra, na seção “*Materiais*” que apresenta ampla gama de atividades. Este banco de dados é alimentado pelos próprios usuários da plataforma, e fica disponível

para que outros possam alterar ou usar as aplicações de acordo com os termos de uso do software.

Baseado em uma concepção de ensino que oportunize a interação do objeto de ensino com o aluno e que se estende por todo o semestre, construímos um blog na plataforma Wix (<https://pt.wix.com/>) pois esta contém uma interface amigável, intuitiva e de fácil manuseio. Esta iniciativa proporcionou um espaço privilegiado para o desenvolvimento de atividades na forma de *Applets*, que foram usadas em sala de aula e para o estudo complementar realizado extraclasse pelos estudantes de forma autônoma permitindo e que estes pudessem, em tempo real, revisitar em detalhes os conteúdos discutidos e apresentados em aula.

O blog foi subdividido com base nos conteúdos previstos no plano de ensino da disciplina: sistemas de coordenadas polares, cilíndricas e esféricas; funções de várias variáveis; derivadas parciais e aplicações e integração múltipla e aplicações, conforme figura 1. Cada post, portanto, tinha um local definido para ser facilmente encontrado pelo aluno, um exemplo ou exercício de aula poderia ser encontrado também através de um sistema de busca inserido no blog pela loja de aplicativos (extensões) do Wix.

Figura 1: Layout inicial do blog para o estudo de Cálculo 2, organizado pelos autores.



Para o estudo das coordenadas polares, por exemplo, foram organizadas atividades para as famílias de: retas, circunferências, lemniscatas e rosáceas. Cada família recebeu um post específico no blog, contendo neste post o *Applet* e as legendas para orientar o usuário na interação com a mesma.

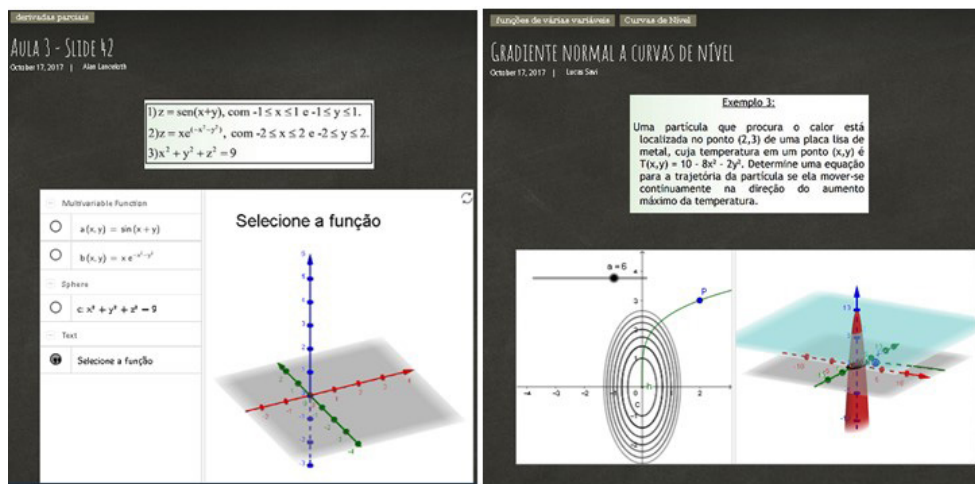
Decorrido a pesquisa e o desenvolvimento do blog foram desenvolvidos exemplos de acordo com o plano de ensino do professor, alguns destes exemplos e atividades foram obtidos das bibliografias básicas previstas para a disciplina e de cunho didático, diminuindo substancialmente a abstração do conteúdo, bem como, apresentando de forma clara o conceito do conteúdo abordado. Buscamos fazer com que os alunos se envolvessem no desenvolvimento de novos exemplos e variações dos já criados, visando

o aprimoramento dos seus conhecimentos e a utilização da ferramenta para resolução e/ou visualização de novos exercícios.

Na figura 2, na primeira coluna para o estudo de derivadas parciais, criamos um *post* denominado “Aula 3 – Slide 42”, cujo nome se refere ao conteúdo trabalhado em sala de aula, para demonstrar a construção de 3 superfícies tridimensionais. Já na segunda coluna demonstramos a construção das curvas de nível para a trajetória de uma partícula que procura calor, problema este apresentado por Anton (2014). O quadro destacado na cor branca em cada coluna é um *Applet* do GeoGebra e que funciona de forma dinâmica, permitindo ao usuário a visualização mais detalhada e rotações de acordo com o interesse e/ou necessidade.

As atividades foram postadas no blog com opções de download, visualização diretamente na plataforma GeoGebra online e também como um *Applet* interno no próprio website.

Figura 2: Algumas atividades utilizadas no estudo de Cálculo 2, organizado pelos autores.



Outra ferramenta que o blog continha era o “*Fale Conosco*”, onde os alunos poderiam enviar-nos sugestões e críticas para o aperfeiçoamento do mesmo. Este feedback fez-se importante para melhorias posteriores nesse espaço, como a inserção de imagens nos posts (*thumbnail*) facilitando a busca por um exemplo específico pelos discentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante este trabalho, foi produzido um website para facilitar a distribuição das atividades obtidas da internet, dos manuais, editadas e/ou organizadas pela equipe responsável. Este espaço foi criado na plataforma Wix e formatado como um blog

contendo diversas seções organizadas por conteúdo da disciplina de Cálculo II. Algumas seções foram divididas em subseções para facilitar organização de conteúdo.

Um dos focos deste trabalho era aperfeiçoar a compreensão dos conteúdos da disciplina com o uso da ferramenta GeoGebra. Com o objetivo de avaliar os resultados do método aplicado realizamos uma pesquisa, na forma de um questionário *online*, de caráter qualitativa com os alunos que estudaram Cálculo II no semestre. Dentre os resultados da pesquisa, destacamos:

- Para nossa satisfação, que 84,6% dos alunos afirmaram que houve uma melhora em seu rendimento em sala de aula;
- Que com relação a sua compreensão dos conteúdos com o apoio do blog e o uso do GeoGebra, 46,2% dos alunos consideram “*Excelente*” e 53,8% julgaram como “*Bom*” este quesito;
- Sobre o uso do GeoGebra em sala de aula pelo professor da disciplina, 84,6% afirmam ser “*Extremamente importante*” e 15,4% como “*Importante*”;
- Indagados se utilizavam o blog ou o *software* GeoGebra em seus estudos, 92,3% dos estudantes afirmaram que sim.

Os resultados da pesquisa evidenciam a importância do trabalho realizado. Durante as aulas foi possível perceber um maior interesse e envolvimento dos alunos com os conteúdos trabalhados. Estes dados reforçam o impacto causado pelo uso de softwares no ensino de Cálculo, e a melhora na compreensão de um conteúdo que para muitos pode ser classificado como abstrato.

Outra forma para visualização das atividades de maneira interativa e eficiente, além dos tradicionais *desktops* e *laptops*, é através do *smartphone*, que tem se tornado muito presente no cotidiano das pessoas. Embora na Instituição onde o trabalho foi realizado a internet seja de qualidade, apenas 23,1% dos alunos utilizaram com alguma frequência este recurso em sala de aula para acessar o blog ou o aplicativo. Possivelmente a dinâmica conduzida pelo professor da disciplina tenha contribuído para estes resultados, pois as atividades eram representadas e manipuladas em conjunto com a turma, por meio da projeção das mesmas.

No questionário também foi disponibilizado um campo para comentários e observações sobre o uso do GeoGebra em sala de aula, e do blog para auxílio nas aulas de cálculo. Para o aluno 1, “*Tanto o site quanto o geogebra auxiliam no entendimento da matéria. Acho que os dois complementam a aula. E são extremamente úteis.*” o aluno 2 revela que “*Com a utilização do Geogebra é possível visualizar comportamentos e gráficos de funções de maneira clara e compreensível.*”

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do trabalho proporcionou alternativas para o uso do *software* GeoGebra por meio de um blog, facilitando o acesso a atividades diferenciadas para os divers*os conteúdos, pelos alunos de Cálculo II. Ademais, tivemos o envolvimento efetivo de bolsistas de iniciação científica que tiveram a oportunidade de revisitar os conteúdos da disciplina, estudar e desenvolver atividades que fortaleceram substancialmente a sua formação acadêmica.

A execução do trabalho ocorreu de forma equilibrada, conforme o planejamento, culminando com o desenvolvimento de um espaço privilegiado para o estudo de Cálculo II pelos atuais e futuros alunos do curso e demais interessados, uma vez que o espaço está disponível e com livre acesso na rede mundial de computadores.

Entendemos que os objetivos foram plenamente atingidos, permitindo ao docente e alunos interagirem em sala de aula na apresentação dos conteúdos da disciplina de forma dinâmica e na abertura de um espaço para a complementação do estudo extraclasse, com reflexos positivos na ascensão acadêmica dos estudantes com qualidade.

REFERÊNCIAS

- Anton, H., Bivens, I., & DAVIS, S. (2014). Cálculo. Volume 2, 10. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Ferreira, S. E.; Campos, F. O.; Dias, A. O. (2016). Softwares em ambientes educacionais. Retirado de http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic_literatura/artigos/pacotes/Softwaresemambienteseducacionais.pdf
- Gadanidis, G., Borba, M. C., & Silva, R. S. R. (2016). Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autêntica.
- Galindo, M. C., & Oliveira, M. C. (2016). A utilização do software GeoGebra no ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral. Atas do IV Congresso Internacional TIC e Educação, Lisboa: TicEDUCA2016. Retirado de http://ticeduca2016.ie.ulisboa.pt/?page_id=1369.
- Hallal, R., Hellmann, L., Sandmann, A., Carvalho, A. P., & Reinaldo, F. (2016). Geogebra no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I. Revista Espacios, Volume 37, Número 20.
- Hohenwarter, J., Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2009). Introducing dynamic mathematics software to secondary school teachers: The case of GeoGebra. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, Volume 28, Número 2, 135-146.
- Lehfeld, N. A. D. S., & Barros, A. J. D. S. (2000). Fundamentos de Metodologia Científica: um guia para a iniciação científica. São Paulo: Makron.
- Maltempi, M. V. (2012). Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente. Acta Scientiae, Volume 10, Número 1, 59-67.
- Oliveira, H., & Domingos, A. (2008). Software no ensino e aprendizagem da Matemática: algumas ideias para discussão. Tecnologias e educação matemática, 279-285.
- Richit, A., Benites, V. C., Escher, M. A., & Miskulin, R. G. S. (2012). Contribuições do software GeoGebra no estudo de cálculo diferencial e integral: uma experiência com alunos do curso de geologia. Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo, Volume 1, Número 1, 90-99.

SOBRE O ORGANIZADOR

Dr. José Luis Escamilla Reyes. Profesor del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México desde 1998. Doctor en Física por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Cuenta con una experiencia docente de 32 años. Es coautor de Manuales de Física II y Física III, así como de dos ebooks, uno sobre Física General y otro sobre Óptica y Física Moderna. Está certificado en el Programa de Desarrollo de Habilidades Docentes del Tecnológico de Monterrey. Ha participado con varios trabajos en Congresos Nacionales e Internacionales relacionados con la Física de Semiconductores de los grupos IV y III-V. Sus áreas de interés son: fuentes alternativas de energía, Física del Estado Sólido, diseño y aplicaciones de los MEMS y modelación matemática de Sistemas Complejos. Ha publicado más de 15 trabajos arbitrados y memorias en congresos. Colaboró en el diseño y construcción de láseres pulsados de N_2 en el Laboratorio de Óptica Cuántica de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAMI). En el Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, participó en el desarrollo de un prototipo de Celda de Combustible con membrana de intercambio protónico (*PEMFC*) de alta eficiencia. Obtuvo la Medalla al Mérito Académico por el mejor promedio de Maestría otorgada por la UAMI. Fue líder de la Cátedra de Investigación “Micro Sistemas Electromecánicos: Diseño y aplicaciones” del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México y miembro del SNI.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alimentación saludable 63, 64, 66, 67, 68, 69, 71, 72

América Latina 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 55, 58, 59, 60, 61, 62

Aprendizaje 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 63, 64, 68, 72, 74, 75, 76, 77, 79, 84, 85, 86, 94, 97, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110

Aprendizaje activo 97, 99, 103, 104, 105

Aprendizaje autónomo 1, 2, 3, 4, 6, 11

Aprendizaje cooperativo 74, 76, 79, 84, 85, 86

Atividades 14, 15, 27, 28, 29, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138

B

Blog 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138

C

Cálculo 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 120, 121, 122, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138

Cálculo Diferencial 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 131, 138

Cerebro Triádico 74, 76, 78

Ciência 42, 44, 47, 48, 49, 50, 56, 57, 58, 59, 60

Ciência 30, 33, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 72, 73, 75, 77, 82, 131, 134

Classes de poliedros 120

D

Didático 106

E

Ecuaciones Diferenciales ordinarias 97, 98, 99

Educação baseada em competências 13

Educação científica 42, 44, 58, 61

Educación para el Desarrollo Sostenible 63, 66, 72

Enseñanza de la matemática 36, 87, 89, 91

Enseñanza de las Ciencias 63, 73, 75

Enseñanza de las ciencias y pensamiento crítico 63

Estrategias evaluativas 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40

Estudantes de medicina 12, 13, 14, 15, 25, 30

Evaluación formativa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 40, 41

F

Formación de profesores 87

G

Género 59, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119

GeoGebra 120, 121, 122, 129, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138

H

Hexaedro tetrakis 120, 122, 126, 127, 128

I

Interesante 104, 106

Intubação 12, 13, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31

L

Lúdico 9, 106

M

Matemática 10, 11, 32, 33, 35, 36, 38, 44, 47, 50, 51, 58, 60, 62, 87, 88, 89, 90, 91, 95, 96, 97, 100, 120, 121, 129, 132, 138

Matemáticas 1, 7, 10, 82, 89, 95, 96, 106, 107, 108, 110, 111

Matrícula 50, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119

Modelación matemática 87, 88, 89, 90, 95, 96, 97, 100

O

Operações sobre poliedros 120, 122

P

Pensamiento crítico 63, 64, 65, 66, 67, 68, 72

Propuesta 4, 6, 7, 9, 40, 64, 66, 67, 68, 70, 88, 90, 94, 95, 108, 106, 112, 113, 116, 118

Q

Química 44, 51, 61, 63, 67, 68, 72, 74, 75, 76, 80, 84, 85, 86, 108

R

Retroalimentación 32, 34, 37, 39, 40, 103, 104

S

Secuencias de aprendizaje 97, 99, 103, 105

Significativo 15, 106, 108, 109, 110

T

Tecnologia e Inovação 42, 45, 49, 52, 58, 59, 60

Tricerebrar 74, 75, 77, 79, 80, 83