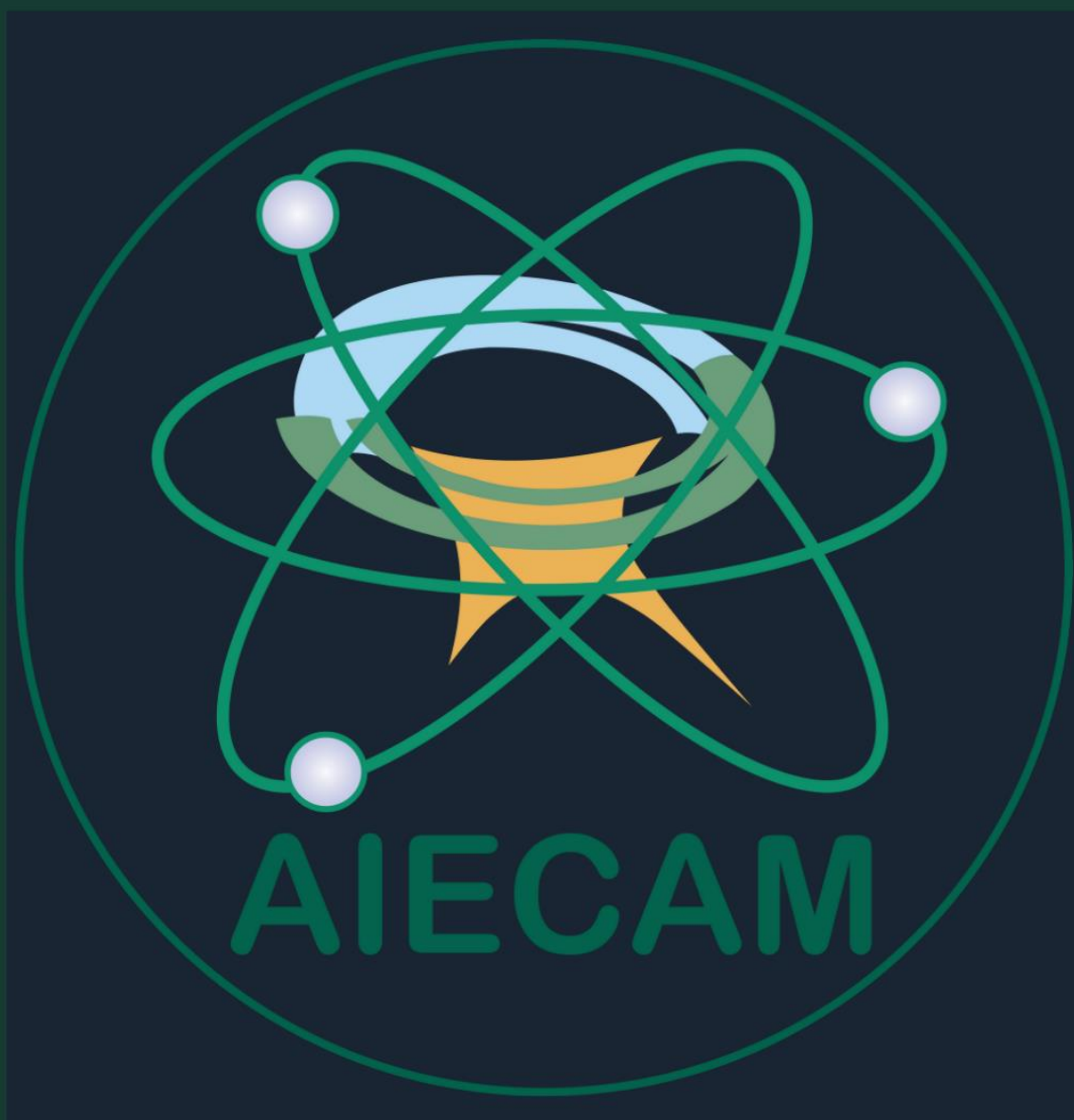


Alternativas Inovadoras para o Ensino de Ciências Naturais na Amazônia

Grupo de Pesquisa



10 ANOS DE HISTÓRIA

Alternativas Inovadoras para o Ensino de Ciências Naturais na Amazônia

Ana Lucia Garcia Chayen

Ataiany dos Santos Veloso Marques

Eduardo Alberto das Chagas Segura

Josefina Diosdada Barrera Kalhil

Organizadores



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

Wilson Miranda Lima

Governador

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

André Luiz Nunes Zogahib

Reitor

Kátia do Nascimento Couceiro

Vice-Reitora

*editora***UEA**

Isolda Prado de Negreiros Nogueira Horstmann

Diretora

Maria do Perpetuo Socorro Monteiro de Freitas

Secretária Executiva

Síndia Siqueira

Editora Executiva

Samara Nina

Produtora Editorial

Isolda Prado de Negreiros Nogueira Horstmann (Presidente)

Allison Marcos Leão da Silva

Almir Cunha da Graça Neto

Erivaldo Cavalcanti e Silva Filho

Jair Max Furtunato Maia

Jucimar Maia da Silva Júnior

Manoel Luiz Neto

Mário Marques Trilha Neto

Silvia Regina Sampaio Freitas

Conselho Editorial

Alternativas Inovadoras para o Ensino de Ciências Naturais na Amazônia – *AIECAM*

Grupo de Pesquisa

Profa. Dra. Josefina Diosdada Barrera Kalhil

Coordenação

Ana Lucia Garcia Chayen

Ataiany dos Santos Veloso Marques

Eduardo Alberto das Chagas Segura

Josefina Diosdada Barrera Kalhil

Organizadores

Maiber Silva Pedroza

Capa, diagramação, editoração, identidade visual e organização

Completamos uma década de atuação como grupo de pesquisa de qualidade no Amazonas.

QR code



Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade do Amazonas

A466
2022

Alternativas inovadoras para o ensino de ciências naturais na Amazônia / Ana Lucia Garcia Chayen [et al.] (Org.) - Manaus (AM): editora UEA, 2022.

132 p.: il., color; 21 cm [E-book]

ISBN 978-85-7883-540-8

Inclui referências bibliográficas
Grupo de pesquisa - AIECAM - 10 anos de história

1. Ciências naturais. 2. Amazônia 3. Ensino. 4. Inovação. I. Chayen, Ana Lucia Garcia.
II. Título

CDU 1997 – 372.85



*editora*UEA

Av. Djalma Batista, 3578 – Flores | Manaus – AM – Brasil

CEP 69050-010 | +55 92 38784463

editora.uea.edu.br | editora@uea.edu.br

O conteúdo dos textos contidos neste e-book publicado em 2022, no que se refere a seus dados, estilo linguístico e confiabilidade são de inteira e exclusiva responsabilidade dos seus respectivos autores e autoras.

SOBRE OS AUTORES



Doutora em Educação: Ensino de Ciências e Matemática, **Ataiany dos Santos Veloso Marques** é professora e pesquisadora na Universidade do Estado do Amazonas - UEA.



Mestra em Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas, **Célia Sandra Carvalho de Albuquerque Bezerra** é pesquisadora no Grupo de Pesquisa AIECAM.



Doctor en Ciencias por la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. **César E. Mora Ley**, es físico matemático y filósofo. Fundador de la asociación LASERA - 2013.



José de Alcântara Filho é Mestre em Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas. Professor assistente na UEA, é membro do grupo de pesquisa AIECAM.



José Geraldo de Pontes e Souza é Mestre em Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Docente no Instituto Federal do Amazonas – IFAM.



Josefina Barrera Kalhil, es física por la Universidad de Matanzas Camilo Cinfuegos. Doctora en pedagogía por la Universidad de la Habana. Es cofundadora de LASERA (2013).





A professora e pesquisadora **Maud Rejane de Castro e Souza** é Doutora em Educação: Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT.



A Dra. **Patricia Sánchez Lizardi** é formada pela *School Psychology pela University of Arizona*, EUA. Pesquisadora do grupo AIECAM e exerce como professora colaboradora na UEA.



Tathiana Moreira Diniz Ribeiro Cotta é Dra. em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Atualmente, exerce o cargo de professora e pesquisadora na UEA.



Sandra de Oliveira Botelho é Mestra em Ensino de Ciências na Amazônia pela UEA. Exerce o cargo de Professora na SEDUC e na SEMED, é pesquisadora no grupo AIECAM.



Zândor Marques Chagas é mestrando no programa de pós-graduação em Ensino de Ciências na Amazônia – PPGEEC pela Universidade do Estado do Amazonas.



Todos os autores deste livro são docentes e pesquisadores da região amazônica.

SUMÁRIO

PREFÁCIO	7
<i>Josefina Diosdada Barrera Kalhil.</i>	
PROLÓGO	13
<i>César Eduardo Mora Ley.</i>	
CAPÍTULO I	16
ALTERNATIVAS INOVADORAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NO AMAZONAS (AIECAM): ANÁLISE DE UMA TRAJETÓRIA	16
<i>José de Alcântara Filho.</i>	
CAPÍTULO II	29
ACOGIMIENTO Y APRENDIZAJE EN EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN ALTERNATIVAS INNOVADORAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN AMAZONAS - AIECAM	29
<i>Patricia Sánchez Lizardi.</i>	
CAPÍTULO III	36
A VIDA ACADÊMICA: DESAFIOS E APRENDIZADOS NA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS	36
<i>Ataiany dos Santos Veloso Marques.</i>	
CAPÍTULO IV	48
RELATANDO VIVÊNCIAS, ATÉ CHEGAR AO GRUPO DE PESQUISA ALTERNATIVAS INNOVADORAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN AMAZONAS - AIECAM	48
<i>Célia Sandra Carvalho de Albuquerque Bezerra.</i>	

CAPÍTULO V	52
EDUCAÇÃO STEAM E O ENSINO DE FÍSICA	52
<i>José Geraldo de Pontes e Souza; Maud Rejane Souza & Zândor Marques Chagas.</i>	
CAPÍTULO VI.....	78
METODOLOGÍAS ACTIVAS Y EL MODELO STEAM PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.....	78
<i>César Eduardo Mora Ley & Josefina Diosdada Barrera Kalhil.</i>	
CAPÍTULO VII	90
ENSINO DE CIÊNCIAS: APLICAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS DOS ALUNOS.....	90
<i>Sandra de Oliveira Botelho & Josefina Diosdada Barrera Kalhil.</i>	
CAPÍTULO VIII.....	110
EU, O GRUPO AIECAM E O LASERA MANAUS	110
<i>Tathiana Moreira Diniz Ribeiro Cotta.</i>	
GALERIA DE FOTOS.....	121

PREFÁCIO

*Josefina Diosdada Barrera Kalhil.
Líder do Grupo de Pesquisa AIECAM.*

Surgimento do Grupo de Pesquisa

Para falar do início do grupo de pesquisa Alternativas Inovadoras para o Ensino de Ciências (AIECAM), temos que voltar no tempo ao ano 2005, quando por necessidades de professores doutores na Universidade do Amazonas, Manaus, Brasil, se instaurou um convênio entre Cuba – Brasil, entre o Ministério de Educação superior de Cuba e a Universidade do Estado do Amazonas -UEA, do qual fiz parte com outros 8 professores de várias universidades cubanas.

Fui lotada na Escola Normal Superior - ENS para trabalhar nos cursos de Biologia e Matemática e na Pós-graduação, o que acrescentou a minha vida pessoal e profissional novos desafios, tanto no campo intelectual como pessoal, pois mesmo que falem que todos os latinos são parecidos, na realidade a diferença cultural entre ambos os países é bem grande tanto em pensamento, como comportamento, ideologia e vida.

Esta experiência foi um enorme desafio para mim como professora, tive que enfrentar muitas dificuldades, começando pelo idioma, já que nunca recebi nenhuma aula de português. E mesmo que a comunicação fluísse, as aulas foram um desafio estressante, mas superável, graças também à solidariedade de meus colegas de colegiado e à compreensão dos alunos.

Outro grande desafio foi com a maneira de trabalhar, pensar e orientar, porque formações diferentes têm contradições, ainda mais quando não estamos acostumados a aceitar muito a opinião dos outros. Entre idas e vindas se passaram dois anos, fui conhecendo a realidade da universidade e entendendo as dinâmicas de trabalho. Em 2007 foi aprovado o mestrado profissionalizante em ensino de ciências, onde apareceu um desafio maior ainda, ser a vice-coordenadora do mesmo. Mais desafios, os alunos alguns tinham medo de mim pelas exigências que eu fazia com os estudos e dissertações, mas aos poucos fomos nos entendendo, eu aprendi a escutar e aprender e eles começaram a escutar-me também, e começou então o momento acho de maior desafio, conseguir alunos e professores que acreditaram em meu

trabalho, e criamos um grupo de pesquisa onde discutíamos temas interessantes, artigos, dissertações, pesquisas e aí o grupo foi crescendo. No ano 2008 declaramos oficialmente a criação do grupo AIECAM conjuntamente com a Profa. Dra. Ana Frazão (*in memoriam*) da área de Química, que sempre acreditou no trabalho desenvolvido por mim, também com a Profa. Dra. Patrícia Sánchez Lizardi, psicóloga e que estava também em colaboração com a UEA e o Prof. Dr., também cubano, Yuri Expósito Nicot.

Para nossa surpresa o grupo começou a crescer com alunos do mestrado, graduação e iniciação científica e começaram as publicações, participações em eventos científicos de âmbito nacional e internacional, os resultados de dissertações relevantes para a SEDUC e SEMED, com uma característica bem interessante, o grupo estava integrado por uma variedade de áreas: biólogos, matemáticos, físicos, químicos, pedagogos, psicólogos e filósofos. O tempo foi passando e ganhando credibilidade na comunidade acadêmica. No ano 2010, recebemos a agradável e esperada notícia, o grupo estava oficialmente credenciado no CNPQ, alegria imensa que comemoramos com os 10 primeiros anos hoje. Como parte de minha atividade acadêmica em Cuba e Brasil tive a possibilidade de participar em muitos congressos internacionais, Cuba, Brasil, México, Argentina, Bolívia, Costa Rica, Colômbia e outros, o que nos permitiu conhecer muitas personalidades científicas e acadêmicas abrindo um leque de possibilidade para as relações com a instituição da UEA.

Com o prof. César Mora Ley do Instituto Politécnico Nacional de México, com o qual temos desenvolvido desde o ano 1998 muitas pesquisas, convidamos ele a participar do grupo de pesquisa como pesquisador colaborador, o qual aceitou e começaram então trabalhos em conjunto UEA – IPN. Os resultados das pesquisas durante estes 10 anos, os eventos desenvolvidos, os livros e artigos publicados, os mestres e doutores formados no grupo serão relatados de uma maneira amena e científica neste livro, mostrando que a união, solidariedade, companheirismo e profissionalismo fazem a diferença no dia a dia. Serão apresentados os resultados ao longo destes 10 anos de uma maneira bem interessante, relatados pelos próprios autores, nos casos possíveis, as personalidades que nos acompanharam na caminhada, as idas e vindas à organização de eventos e o que vem representando o grupo não somente no Brasil, mas contribuir também para a visibilidade na América latina.

O começo do mestrado

No ano 2007, foi aprovado o Mestrado Profissional no Ensino de Ciências no Amazonas, que foi um grande desafio para todos os envolvidos nesta nova tarefa. Com a entrada

de 2 mestrandos, começou o grupo de pesquisa com maior força já que foram incorporados alunos e professores orientadores, aumentando as pesquisas e discussões sobre metodologia, pesquisa e temas específicos.

As primeiras defesas realizadas foram orientadas pela professora do grupo de pesquisa com excelentes resultados e a participação de bancas de diferentes contextos do Brasil e o grupo continua crescendo, novas conquistas, novos desafios e mais experiência.

Os anos de 2008, 2009 e 2010 foram de conquistas e ganho de experiência onde todos fomos crescendo e aprendendo juntos. Cada ano o grupo se consolidava ainda mais com a formação de novos mestres, 2010 tivemos nossa primeira mestranda e aí continuamos formando os colegas do grupo nos anos 2011-2012.

O ano de 2013 trouxe um grande desafio, realizar pela primeira vez na Universidade do Estado do Amazonas um Congresso Internacional organizado por nosso grupo de pesquisa, o que nos levou a fazer novas reflexões e considerar ações do que o realmente o grupo queria fazer.

Como chegamos a 2013

O início da organização do evento LASERA - Manaus, teve como antecedente o fato de que na Europa existe ESERA, que é a união dos pesquisadores em ciências dessa região do mundo, onde se discute e analisam as principais dificuldades e logros da educação em ciência e as propostas para que a cada dia a influência nessas áreas seja maior. Falando com nossos colaboradores e em particular com o Dr. Cesar Mora pensamos na necessidade de criar uma associação similar na América Latina, e assim surgiu a ideia de a Associação latino-americana de pesquisadores em ciências com seu acrônimo em inglês LASERA.

Aí começaram os trabalhos do grupo de pesquisa onde a ideia foi abraçada desde o primeiro momento, mesmo que com receios da inexperiência de organização de um evento internacional, que era ambicioso ao querer trazer a Manaus pesquisadores de tantos países.

Os primeiros passos foram trabalhar a proposta, organização e contar com o apoio do ex-reitor da UEA Dr. Cleinaldo de Almeida Costa, já que era a primeira vez que a UEA iria realizar um evento de esta natureza. Depois de muitas reuniões recebemos total apoio da IES, mas sem muitos recursos, então foi necessário pensar em outras alternativas, também na época o grupo de pesquisa não tinha pessoal suficiente para tamanho projeto, e nos demos na tarefa de pedir e captar alunos da graduação que se dispuseram a trabalhar nessa linda proposta, empolgados com a iniciativa.

As expectativas eram muito grandes e os objetivos muitos ambiciosos, no período somente estavam no grupo a Profa. Dra. Ana Frazão (*in memoriam*), a Profa. Dra. Cleuza Suzana e a Prof. Dra. Josefina Barrera e os mestrandos e doutorandos Cirlande Cabral, Maud Souza, Derlei Macedo, Ataiany Santos, Patrik Santos, Gerson Bacury, Jorge Menezes, Wanilce Pimentel, Eduardo Segura, Nubia Menezes, Luciana Cunha, Antonio Gil, Célia Sandra Albuquerque, Ercila Pinto e outros mais.

Não tínhamos como dar conta de todo o evento sozinhos e pedimos a colaboração dos alunos de graduação, o que foi muito importante para a sua realização.

Apareceram então editais da FAPEAM e CAPES e aí foi nossa melhor oportunidade, nos candidatamos e obtivemos o valor de R\$ 20.000 da FAPEAM e R\$ 30.000 da CAPES, lógico com muitas restrições para uso do dinheiro, o que nos deixava sem recursos para camisa, bolsas, lanches, etc., e outro desafio a vencer.

Decidimos que precisaríamos de algum dinheiro extra para essas coisas que os editais não permitem e conseguimos então autorização para cobrar a inscrição, tanto para nacionais e estrangeiros.

Pensar em trazer pesquisadores de outros países foi outro desafio. Como fazer que acreditassem em nós? Como apresentar a cidade de Manaus, capital do Amazonas? Região esta, pouco conhecida, onde muitos tinham pré-conceitos e praticamente nem nos conheciam, então, eis aqui outro desafio.

Recorremos a nossos amigos de distintas áreas, por exemplo, Física, Química e Matemática de diferentes países que sempre nos acompanham em eventos internacionais e pedimos um voto de confiança para participar do evento.

As primeiras tentativas já estavam feitas, esperar e acreditar era só o que tínhamos. E agora, onde realizar um evento com essas expectativas?

A UEA sem espaços físicos suficientes, mas sempre aparece uma luz no túnel, Maud Rejane Souza, na época funcionária do Centro Universitário Nilton Lins (NL), nos brindou com a sua ajuda total e falou com as autoridades que aceitaram ceder o local e fizeram parcerias conosco.

Apareceram mais desafios, quem convidar para prestigiar o evento e que tivesse caráter internacional mesmo, aí surgiu a ideia de um professor por área específica de ensino de ciências na medida das possibilidades, e pensamos imediatamente na professora Cecile Hodson, física, da Franca, na época presidenta de ESERA (*acrônimo*) da associação europeia de pesquisadores em ciências, a qual aceitou sem nenhum reparo, primeira batalha vencida, e quem mais? Aí

surgiu a ideia de Antônio Cachapuz, biólogo, de Portugal, fizemos o convite e para nossa alegria, também aceitou, outro palestrante sem sombra de dúvida seria o professor Dr. César Mora, físico - matemático, promotor e parceiro de nosso evento, do México, e finalmente o Professor Gerson Mol, químico representando o Brasil da universidade de Brasília.

Mas, ainda com mais vontade de que nossas ideias fossem reconhecidas e aceitas, convidamos a Cristiane Giopoo, naquele momento representante do Brasil em ICASE, e a Lourdes Tarifa de Cuba na área de Matemática.

Ainda muito caminho por andar e que público culminaria nosso evento, bom recorreremos a eventos internacionais anteriores de onde conhecemos muitos colegas e realizamos os convites, de Cuba, Costa Rica, Colômbia, México, França, Espanha, Portugal, Brasil, Equador, Venezuela, Chile e outros países.

Por fim depois de muitos contatos, ajudas de colegas no plano pessoal e o apoio incondicional do reitor da UEA, chegou o dia tão esperado, com a presença de César Mora do IPN de México, Cecile Hosdson da França, Antonio Cachapuz de Portugal, Lourdes Tarifa de Cuba, Patricia Sánchez de Estados Unidos, Enrique Arribas de Espanha, Marisa Micheline da Itália, Gerson Mol e Cristiane Gioppo do Brasil como convidados especiais.

Abertura sem igual no auditório da Universidade Nilton Lins, mais de 13 países participantes e muitos colegas de diferentes lugares do Brasil, em total 123 estrangeiros e 200 brasileiros, o que deu o sentido a esta conferência.

Quatro dias de intensos trabalhos, palestras, mesas redondas, oficinas, apresentações de trabalhos e banners, toda uma riqueza de variedades educacionais e de culturas.

E chegou o final de uma semana extraordinária, ideias excelentes, entrega das medalhas de distinção de ensino de Física latino-americana à Doutora Josefina Barrera Kalhil, criação da Revista de Lasera internacional, aprovação da implementação da Associação latino-americana de professores de Ciências, sucesso total.

A continuação de LASERA Manaus

Quando terminou o LASERA 2013, no encerramento foi aprovado por unanimidade que o evento não deveria ficar por aqui e que como criamos a Associação latino-americana de pesquisadores em Ciências e pela repercussão do evento foi decidido realizar o evento cada ano em um país diferente.

No entanto não desistimos de realizar em Manaus, em 2014, que teve uma excelente participação de alunos e mestrandos da universidade e aí ficou fortalecido o evento.

Foi decidido que no ano 2014 seria na cidade de México, e assim foi, levamos um grupo de 18 pessoas entre membros do grupo de pesquisa e professores da UEA.

E partimos para a cidade de México onde para muitos do grupo de pesquisa era uma experiência nova fora do Brasil ou conhecimento de outro país a barreira do idioma não foi um empecilho para este grupo de pesquisa que havia aceitado outro desafio, apresentação de trabalhos troca de experiências passeios pela cidade, conhecimento de outro colega de outros países nos trouxe um novo olhar para todos.

O retorno ao Brasil foi o despertar ou novo começo, os eventos 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019 foram de extrema relevância para a UEA porque se converteram não em eventos regionais, mas em eventos nacionais sem nenhuma proposta, para a participação de colegas de outras regiões como Roraima, Cuiabá, Belo Horizonte e Rio de Janeiro.

Nos anos 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019 os internacionais foram realizados em México, Colômbia, Costa Rica, Equador e Guatemala.

Em 2020, com a chegada da pandemia com o cenário nacional e internacional mudou totalmente o evento, no entanto o grupo de pesquisa não desanimou e realizamos nosso primeiro evento *on-line* pelo *youtube* com a participação de 230 estudantes pesquisadores professores, 110 trabalhos nos resumos expandidos. A pandemia trouxe muitas tristezas e muita gente foi embora, mas a ideia do grupo de continuar com nossa proposta ficou em pé.

2021 continua a Pandemia, mas nosso evento não parou e foi realizado também *on-line* com mais de 300 participantes sediado por México e Brasil.

No grupo temos formados mais de 30 mestres e 12 doutores, o que faz do grupo uma verdadeira frente de ensino, pesquisa e extensão.

A vida continua e o grupo de pesquisa também, esperamos novas conquistas e novos desafios.

Manaus – 2022.

PROLÓGO

César Eduardo Mora Ley.

Fundador de la asociación LASERA - 2013.

La Educación en Ciencias es una disciplina relativamente joven en nuestra región Latinoamérica y quien ha ejercido el liderazgo indiscutible en la formación de especialistas del área es Brasil. Así que los esfuerzos realizados multitud de académicos e investigadores brasileños en la enseñanza de las ciencias en los últimos cincuenta años viene a converger en el presente libro, el cambio de estafeta para los nuevos investigadores es significativo pues el conocimiento de las ciencias y de la tecnología ha tenido un crecimiento exponencial. Leonardo da Vinci enseñó que “Poco conocimiento hace que las personas se sientan orgullosas. Mucho conocimiento, que se sientan humildes”, y la comunidad de investigadores y docentes que han participado en la edición de este libro vienen a ser humildes heraldos al mundo, sobre lo que se realiza en Brasil, en particular en la Amazonia y en México. Las instituciones participantes, la Universidad Estatal del Amazonas y el Instituto Politécnico Nacional son los promotores, los motivadores, financiadores y arquitectos de acciones efectivas para la formación de especialistas de alto nivel en la investigación en Educación en Ciencias, pues esto comenzó al crear los programas de posgrado en la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas en la Amazonia y el posgrado en Física Educativa, siendo estos dos programas exitosos y en modalidad en redes y a distancia. Sin duda, esto fue el detonante de nuevos proyectos que, debido a la inminente necesidad social de mejorar la Educación en Ciencias en nuestros países, han logrado aglutinar esfuerzos, ideas y trabajo de investigación, lo cual ha desembocado en acciones significativas en nuestro continente.

Uno de los grandes logros de colaboración institucional, es la creación de la Asociación Latinoamericana de Investigación en Educación en Ciencias (LASERA por sus siglas en ingles) en el año 2013, en la ciudad de Manaus, Brasil, logrando reunir a académicos de Latinoamérica, Francia y Portugal. En esa primera conferencia se sentaron las bases para acceder a otros proyectos importantes que continúan en desarrollo como son el Simposio Lasera Manaus, la Conferencia y Seminario LASERA. Asimismo, la creación de una revista en línea para difundir los trabajos presentados en el seno de LASERA.

Otro paso importante, ha sido asociarnos con otras instituciones y consejos que enriquecen el trabajo realizado por los estudiantes de maestría y de doctorado, ya que el trabajo colaborativo fortalece y es una vía segura para resolver problemas que difícilmente se lograrían tratar adecuadamente en forma aislada, pues por la relación intercontinental y cultural, el problema de la educación en Latinoamérica es un problema común, con raíces coloniales e independentistas, lo cual ha llevado a una unión regional, muy al estilo latinoamericano.

Otro aspecto importante que ha marcado el rumbo en la investigación en Educación en Ciencias, es el inicio de un nuevo siglo y milenio, lo cual ha generado directrices mediante diversos organismos nacionales e internacionales para enseñar no solo ciencias, sino toda la educación en general, y esto es, el nacimiento de una nueva revolución industrial, la cual va unida al progreso económico y tecnológico de todas las naciones, y como bien nos enseña la historia, las naciones poderosas son las que dictan el rumbo a seguir, y quienes son lo que serán punteros del cambio. Un factor común internacional para el progreso de la sociedad, es precisamente la generación de nuevo conocimiento científico y el desarrollo de nuevas tecnologías, pero desafortunadamente como antítesis a este factor de avance social, se tiene la escasa motivación de las nuevas generaciones de estudiantes para elegir formarse en carreras científicas. Por ello, con base en la experiencia del siglo XX y el nacimiento de lo que se vislumbra como el cenit del progreso científico y tecnológico, se llega una arrolladora revolución industrial en dónde impera la era digital, la conectividad a internet, y el control de todas las cosas mediante internet, además de generar nuevas necesidades como sociedad, para el bienestar en general y un área básica es la educación.

Así pues, entre los cambios generados por una nueva revolución industrial viene aparejada una revolución educativa que se debe realizar en forma alterna, y ello implica el cambiar modelos y estrategias nacionales sobre cómo abordar la educación en todos los niveles, y la educación científica y tecnológica es crucial en este nuevo movimiento social. De ahí que de forma natural surgen nuevos horizontes para la enseñanza de las ciencias y esto se refiere a la Educación STEM.

Este nuevo modelo para enseñar y aprender ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, ha resultado ser la brújula para dirigir los destinos de las naciones más desarrolladas en el mundo. Ciertamente es que en el mundo existen diferentes corrientes y modelos educativos, pero también lo es, que quién tiene el poder económico dicta en cierta forma los destinos del mundo y las economías las controlan lo que tienen el poder económico, científico,

tecnológico y cultural. Así pues, el modelo STEM surge a la par de esta nueva revolución industrial.

Por otro lado, LASERA es uno de los principales impulsores del modelo STEM en nuestra región. Así, desde su creación adoptó esa nueva línea de difundir, formar, capacitar a nuevos docentes en la educación STEM, la cual ha sido extendida al campo del arte y las humanidades, reflejado en el acrónimo STEAM. El Simposio LASERA Manaos, la Conferencia y el Seminario LASERA son escenarios STEAM, accesibles a todos a través de los diversos recursos del ciberespacio y reservorios digitales.

Por tanto, este libro, es resultado de diversos proyectos de investigación educativa en la Amazonia, y que van desde alternativas innovadoras para la enseñanza de las ciencias en el Amazonas. Así como los desafíos y aprendizajes logrados en nuestros escenarios de Brasil y México. Se incluye también las memorias académicas generadas en Manaos. Para este fin, tenemos que el trabajo del grupo de Investigaciones Alternativas Innovadoras para la Enseñanza de las Ciencias en el Amazonas (AIECAM), es un parteaguas en la Educación en Ciencias en Latinoamérica. Pues cuenta con proyectos de maestría y doctorado en Educación en Ciencias que son difundidos a través de la Red Amazónica de Enseñanza de las Ciencias (REAMEC), cuya promoción trasciende las fronteras de Brasil creando colaboraciones de impacto, que a través de los años han logrado la permanencia y continuidad.

Esperamos que la presente obra editorial, sea el inicio de un nuevo proyecto editorial de LASERA, la UEA y el IPN, y que llegue a influir a cientos y miles de generaciones de nuevos docentes de ciencias, y a estudiantes de todos los niveles educativos, de forma tal que el conocimiento aumente, el orgullo retrógrado se abata y triunfe la humildad del espíritu científico.

Manaus – 2022.

CAPÍTULO I

ALTERNATIVAS INOVADORAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NO AMAZONAS (AIECAM): ANÁLISE DE UMA TRAJETÓRIA

*José de Alcântara Filho**

jdfilho@uea.edu.br

Membro do grupo de Pesquisa AIECAM

INTRODUÇÃO

Desde a graduação percebi em minha personalidade um incômodo e inconformismo com o sistema que está posto em relação aos processos de ensino e aprendizagem. Me identifiquei como com um grupo denominado educadores matemáticos e conseqüentemente me uni com educadores de outras áreas do conhecimento. Esse grupo, cujo o objetivo maior é refletir sobre os fundamentos e metodologias para o ensino de Ciências e Matemática, busca discutir sobre alternativas inovadoras para o ensino de Ciências no Amazonas.

O grupo Alternativas Inovadoras para O Ensino de Ciências no Amazonas (AIECAM) foi criado em 2010 e como o próprio nome diz busca refletir e pesquisar sobre os processos, produtos, recursos e meios didáticos, além dos fundamentos epistemológicos para a educação em ciências. Essas demandas são fundamentais para o desenvolvimento desse estado e de toda a região norte.

* Mestre em Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

Neste texto faço um relato de minha trajetória profissional até a entrada no grupo de pesquisa Alternativas Inovadoras para o Ensino de Ciências no Amazonas (AIECAM). Para uma melhor compreensão dessa caminhada divido o texto em três etapas. Na primeira descrevo, de forma breve, a minha formação inicial até meu ingresso no grupo. Na segunda etapa descrevo a minha participação nas atividades que foram desenvolvidas pelo grupo. Na terceira parte falo de minhas perspectivas futuras tendo em vista os objetivos do grupo, refletindo sobre a importância de um movimento que contemple a criação de uma identidade de pesquisas locais, considerando o que vislumbramos como o maior tesouro da Amazônia, a floresta.

Caminhada em direção ao grupo de pesquisa

Para refletir sobre a minha entrada no grupo de pesquisa, é necessário compreender minha caminhada anterior, pois desde a graduação a leitura e inquietação fez parte de minha formação e isso só foi possível devido a aproximação e trocas de experiências com outras pessoas, seja na UFAM ou nas secretarias municipal e estadual de educação. Nesse relato destacarei as experiências que me levaram ao AIECAM.

Antecedentes da chegada ao grupo AIECAM

Minha trajetória de vida é marcada por lutas e dificuldades, no ensino fundamental e médio não foi diferente, pois atrasei três anos nos estudos por causa de viagens da família. Quando finalizei o ensino médio, no final de 1993, passei no vestibular para Matemática, ingressando na Universidade do Amazonas (UA) no ano seguinte. Do segundo semestre de 1994 ao final de 1998 cursei licenciatura em Matemática; nesse período a UA passou para Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Terminar o curso de Matemática foi motivo de alívio e satisfação, tamanha foi a dificuldade que senti ao estudar conceitos de difícil compreensão e carentes de significados e aplicações. Os docentes eram tradicionais, desprovidos de metodologias ativas, tornando o curso de fácil acesso, mas de difícil conclusão. Como diz Miorim (1998), um curso para poucos iluminados, coisa só para “gênios”, como assim pensavam os professores.

Durante minha formação acadêmica em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) fui me aproximando da Educação Matemática, pois olhava com mais atenção para as questões relativas ao ensino e aprendizagem, e me distanciando da Matemática, pura desprovida de significado. Ao término da graduação já estava claro o caminho a seguir enquanto professor de Matemática.

Em 1998, ano de conclusão da graduação, fui aprovado em segundo lugar para uma cadeira de professor de Matemática na Secretaria Municipal de Educação (SEMED), em 1999 fiquei em primeiro lugar em um concurso para professor do ensino médio da Secretaria Estadual de Educação (SEDUC). Na SEMED fiquei apenas três anos em sala e fui convidado a participar de um processo de seleção que me levou a compor a equipe de formadores da Coordenadoria de Formação Profissional do Magistério (CFPM), hoje denominada Divisão de Desenvolvimento Profissional do Magistério (DDPM), onde fiquei por doze anos trabalhando com formação de professores.

O sentimento de incompletude me levou a busca por ampliar meus conhecimentos para melhor contribuir com a educação nesse estado, tanto no ensino médio, SEDUC, como na formação, SEMED. Minha intenção foi participar de um Programa de Mestrado em Educação Matemática, mas a inexistência de tal programa no Amazonas e dificuldades para viajar, me levou para outro caminho. Em 2004 iniciei uma Especialização em Ensino de Matemática pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e em 2006, ingressei no Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA) oferecido pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

O processo seletivo para o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na Amazônia da UEA foi relativamente tranquilo, pois as leituras no campo da educação e ensino já faziam parte de minha prática e confiei na relevância de meu projeto de pesquisa. Depois de aprovado na prova escrita, tive na segunda fase uma entrevista onde estava a minha futura orientadora professora Dra. Josefina Barrera Khalil, que posteriormente sugeriu mudança em nosso projeto envolvendo uma relação interdisciplinar entre Física e Matemática.

No mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia minha visão epistemológica foi ampliada consideravelmente; passei a pensar a Matemática em suas múltiplas perspectivas tendo em vista a sua relação com as demais Ciências. Ou seja, a Matemática passou a ser vista como um fio desse tecido chamada conhecimento. O mestrado me proporcionou uma visão holística em relação ao conhecimento científico.

As disciplinas me possibilitaram inúmeras leituras, interações, produções e conseqüentemente um crescimento no campo epistemológico. A cada nova matéria estudada o sentimento era de euforia e dedicação tive o privilégio de estudar com os seguintes professores: Josefina Barrera Khalil, Evandro Ghedin, Amarildo Menezes Gonzaga, Ierecê Barbosa Monteiro (*in memoriam*), Elizabeth da Conceição Santos, Alberto dos Santos Marques, Yuri Expósito Nicot, e Maria de Fatima Acácio Bigi.

O que ninguém nunca soube e estou relatando agora é que tinha um obstáculo psicológico em relação a Física devido às decepções que tive com essa matéria no Ensino Médio. Quando foi sugerido que saísse da minha zona de conforto e buscasse uma atitude diferente frente a um conhecimento que não dominava, fiquei nervoso e desconfortável. Depois de uma reflexão profunda, resolvi encarar de frente os meus medos e superar os obstáculos.

Deixei o medo de lado e aceitei o desafio de refletir de forma teórica e prática sobre essas duas áreas do conhecimento. O fato de o mestrado ser profissional exigia que no final fosse elaborado um produto para superar os entraves encontrado na pesquisa. Em meu caso, elaborei um manual com atividades integradoras relacionando Física e Matemática. Eram problemas cuja resolução levava a conexões entre conceitos dessas duas áreas do conhecimento, possibilitando um trabalho interdisciplinar.

No dia 17 de setembro de 2008 ocorreu a defesa de minha dissertação intitulada: *O ensino de ciências e a necessária relação interdisciplinar entre Física e Matemática*. Em uma pequena sala com a banca formada pela professora Dra. Josefina Barrera Khalil (presidenta), Professor Dr. Yuri Expósito Nicot (membro interno) e Professora Dra. Maria Susana Coelho (membro externo). Com a presença de muitos amigos defendi minha dissertação com segurança, ética e responsabilidade. Fiquei orgulhoso do trabalho escrito e sabia que tinha outros desafios pela frente.

Figura 1: Foto da banca de defesa de mestrado.



Fonte: Alcântara Filho (2022).

Com base em minha dissertação e no produto gerado, publiquei em 2013 um livro pela Editora Valer intitulado: *A necessária relação entre Física e Matemática*, cuja primeira tiragem de 500 exemplares foi rapidamente esgotada. Em 2018 foi publicada uma segunda tiragem de 1000 exemplares. O que mais me alegra é que a obra foi bem recebida pelos professores de ambas as áreas, contribuindo para a melhoria do ensino dessas áreas do conhecimento.

A iniciativa para a publicação do livro se deu devido a escassa gama de materiais escrito nessa área em nossa região. Quando apresentei a proposta de produção da obra para o professor Dr. Tenório Telles, então editor de publicações da livraria Valer, ele gostou da ideia e deu um grande incentivo para o que seria minha primeira produção escrita. Entendo que a região Amazônica é carente de pesquisas nessas áreas do conhecimento e que as realizadas não podem ficar esquecidas nas bibliotecas das universidades.

Depois do término do mestrado voltei para a minha realidade profissional que envolvia uma escola da Secretaria de Estado de Educação e Desporto (SEDUC) e a Divisão de Desenvolvimento Profissional do Magistério (DDPM) ligada à Secretaria Municipal de Educação (SEMED). No primeiro ministrávamos aula para alunos do ensino médio e no segundo trabalhávamos com formação de professores. Foram 12 anos a DDPM, o que nos proporcionou, leituras, produções. Uma delas foi um livro lançado em 2015 em parceria com a Professora Me. Selma Oliveira intitulado: *Álgebra e geometria: uma conexão possível*.

Em 2015 participei de um concurso da UEA no qual conseguimos aprovação, sendo chamado em 2016. Neste mesmo ano ingressei no grupo de pesquisa Alternativa Inovadoras para o Ensino de Ciências na Amazônia (AIECAM). Nesse grupo busquei me integrar às atividades exigidas e repensar o ensino de Ciências e Matemática no Estado do Amazonas e de certa forma em toda a região amazônica. A ideia é repensar o ensino de dentro pra fora, ou seja, criar metodologias inovadoras que surjam do nosso contexto e que contemplem a nossa realidade.

Entrada, participações e produções no AIECAM

Em 2016 fui convidado pela minha antiga orientadora e agora colega de trabalho professora Dra. Josefina Barrera Khalil para participar do grupo de pesquisa AIECAM. Entendendo como Ferreira (2009) que os grupos de estudos e pesquisa são possibilidades de formação contínua para seus membros, aceitei rapidamente o convite. Nas primeiras reuniões fiquei observando as falas, discussões e proposições dos colegas com mais tempo de jornada. Depois de certo tempo, busquei participar ativamente dos encontros e ações.

Outro aspecto que me fez participar do grupo AIECAM foi a diversidade formativa, ou seja, profissionais da educação de várias áreas do conhecimento. Essa diversidade me fez lembrar das palavras de Fiorentini (2010) ao dizer que a união do grupo de sábado, grupo de professores de matemática que se organizaram sobre a chancela da faculdade de educação da UNICAMP em 1999, se deu, não por causa das semelhanças entre seus membros, mas, principalmente por causa das diferenças. Sobre o desenvolvimento de um grupo de pesquisa, Rossit *et al.* (2018) ressalta:

Na perspectiva de “grupos”, entende-se que o trabalho coletivo deriva da união, em um mesmo espaço físico ou virtual, de diferentes pessoas com interesses comuns. A oportunidade da convivência, de estar junto, aprender junto e de fazer junto, da aprendizagem compartilhada, do conhecimento de uns com os outros, das interações e das intenções de cada integrante do grupo, quando liderada com princípios norteadores e ancorada em conhecimento científico sólido, tem o potencial de se transformar em um espaço de desenvolvimento pessoal e profissional (ROSSIT *et al.*, 2018, p. 1512).

Sob a responsabilidade do grupo, ainda em 2016, participei como ouvinte do IV Simpósio LASERA Manaus. O LASERA é um encontro de estudantes, professores e pesquisadores em Ciências e Matemática do Brasil e de outros países cujo objetivo é a reflexão, discussão e a divulgação de pesquisas científicas sobre temas vinculados à Alternativas Inovadoras para o Ensino de Ciências e Matemática. Em 2017 participei de forma mais ativa, ministrando uma oficina sobre jogos como recursos metodológicos e colaborando como membro da comissão científica do evento. O V LASERA ocorreu na Escola Superior de Tecnologia EST/UEA no período de 21 a 22 de setembro.

Em 2018, além de participar da comissão organizadora do VI LASERA Manaus, ministrei uma oficina cujo foco era o caráter interdisciplinar da Matemática. O evento ocorreu na (EST/UEA) no período de 20 a 21 de setembro. As reuniões do grupo me proporcionaram um crescimento ainda maior sobre Ciência, Pesquisa e Amazônia. No final de 2018 participei do processo seletivo que culminou com minha entrada na quinta turma do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Posso dizer com segurança que o crescimento proporcionado pelo grupo me possibilitou tal ingresso e que em minha tese está ligada à temática do grupo, no que diz respeito às alternativas inovadoras para o ensino de Ciências e Matemática.

No início de 2019, já como membro do grupo e pensando em alternativas para o ensino, lancei a obra: *O Lúdico no Ensino da Matemática*. Ainda em 2019, participei como membro da

comissão organizadora do VII Simpósio LASERA Manaus, realizado na EST/UEA de 18 a 20 de setembro. Em 2020 ficamos apenas na comissão organizadora com análise e parecer de resumos de artigos expandidos. Em 2021, mesmo com as atividades relacionadas ao doutorado, participei da comissão organizadora do IX LASERA avaliando resumos expandidos.

Tenho participado das reuniões mensais e procurado contribuir nas discussões levantadas. Atualmente o grupo tem se debruçado e discutido sobre o método STEAM que envolve um trabalho integrado de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. É evidente o crescimento teórico e epistemológico do grupo, que através de seus membros, vem realizando o evento LASERA de forma sistematizada a cada ano. Nas Fotografias 2 e 3, respectivamente estamos em uma visita a carreta STEM, projeto de uma empresa da Zona Franca de Manaus, com a Escola Superior de Tecnologia da UEA e reunião do grupo.

Figura 2: Visita a carreta STEM na EST/UEA.



Fonte: Alcântara Filho (2022).

Figura 3: Reunião do Grupo na ENS/UEA.



Fonte: Alcântara Filho (2022).

Perspectivas futuras para o AIECAM

Segundo Gamboa (2011), os grupos de pesquisa surgem como uma nova forma institucional de potencializar as condições da produção do conhecimento científico. Nesse caminho, a Amazônia apresenta-se como um campo fértil para o desenvolvimento de pesquisas. Como diz Silva (2013, p. 114) de que “temas globais do trabalho científico, em todas as áreas, incluem a Amazônia como prioridade especulativa ou experimental”.

Segundo Freitas (2005) a Amazônia é um capital científico, cultural de grande força produtiva. Esta afirmação dá a região a condição de laboratório, espaço de pesquisa sujeito ao desenvolvimento das ciências da natureza. O esforço de desvendá-la não termina; a natureza é constantemente reinventada pelas exigências do conhecimento e da operacionalização da produção de riqueza. “A Amazônia é sempre uma oportunidade para testar e avaliar as relações de força entre a cultura e a natureza, entre a divisão internacional das agendas científicas e o diletantismo da curiosidade do pesquisador” (FREITAS, 2005, p. 40). Destacando a tradição da Amazônia no campo científico, Freitas (2005) destaca:

Se pouco conhecemos a história da ciência da Amazônia, de fato a região tornou-se mundialmente conhecida através de sua longa e rica tradição de pesquisa que vem desde os séculos XVII e XVIII, quando investigadores e estudiosos como Samuel Fritz, La Condamine, João Daniel e Alexandre Rodrigues Ferreira, fixando-se por vários anos ou percorrendo o vasto território para descobertas e estudos, realizaram inventários minuciosos e rigorosos, desenharam e escreveram mapas e memórias sobre os espaços e territórios, rios, montanhas e vales, populações indígenas com seus costumes, suas línguas, seus mitos e suas técnicas e conhecimentos (FREITAS, 2005, p. 187).

Nessa linha Freitas (2005, p. 196) ressalta que a “Amazônia está incrustada no tecido deste novo arranjo planetário como um dos *locus* fundamentais para o futuro da humanidade, o que nos estimula a problematizar o seu papel no mundo contemporâneo”. Para Silva (2013) é necessário o desenvolvimento da Amazônia através do aproveitamento econômico dos seus recursos naturais. Diríamos que aproveitar tais recursos com fins educacionais agregaria novas possibilidades econômicas e formativa aos sujeitos inseridos nessa região.

Há uma necessidade urgente de se conhecer o homem e a natureza com a finalidade de “estudar a possibilidade de utilizar, para a educação das populações amazônicas” (FREITAS, 2005, p. 37). Nesse sentido precisamos olhar para a floresta como um capital pedagógico, ou seja, receber dela tudo o que é descartado e utilizar de forma didática visando a aprendizagem significativa dos discentes.

Para Benchimol (1999, p. 450) nos cenários e projeções que se apresentam para a Amazônia nesse terceiro milênio, é preciso ter em mente o “que podemos fazer para bem decidir, face aos desafios e potencialidades da região amazônica, e o que podemos oferecer, como contribuição, para solucionar as atuais crises e impasses que o país e o mundo atravessam”. Essas palavras nos mostram que as IES e os grupos de pesquisa devem estar atentos para tais demandas, tendo em vista a busca por soluções.

Segundo Freitas; Silva (2000) o recorte metodológico “natureza e cultura na Amazônia” tem potencial de conversão de um núcleo inovador da pesquisa científica na e para a região, sem perder de vista as conexões existentes com as agendas científicas de outros centros produtores de conhecimento, com as fontes de financiamento para a pesquisa básica e aplicada, e com as necessidades de originalidade de abordagem das demandas existentes.

O prestígio das Instituições de Ensino Superior (IES) como instituições científicas, segundo Freitas (2005, p. 40), deve-se a uma maior aproximação com a realidade regional e na capacidade de “conhecer melhor a floresta”. Isso, segundo Freitas; Silva (2000, p. 182), remete à necessidade de “criar outra tradição intelectual que abranja a complexidade da região indicadas como ilustração de um conjunto de problemas novos que a Amazônia põe para o mundo”. Conhecer a floresta e explorar seus recursos de forma equilibrada torna-se fundamental para a educação na região amazônica, pois há um vasto e original campo de observação da natureza como produtora de elementos pedagógicos.

A Amazônia é um imenso laboratório verde e pode proporcionar inúmeras possibilidades de ensino. Não estamos falando da floresta como espaço não formal de aprendizagem, que já é um campo de pesquisa consolidado, mas como produtora de material didático-pedagógico. Olhar para os frutos, folhas, sementes e raízes como matéria-prima trará uma nova perspectiva para a educação na Amazônia.

Não importa se a escola é urbana, rural, ribeirinha ou indígena, todas têm uma problemática em comum: a falta de recursos metodológicos que dificulta os processos de ensino e aprendizagem em Ciências e Matemática. Para a formação do sujeito global, segundo Freitas (2005), serão necessárias novas metodologias de ensino para os mestres e de aprendizagem para os alunos. Faz-se necessário “uma forma de aprendizagem permanente da vida em sociedade que permite valorizar a imagem de si, de desenvolver a curiosidade e a sensibilidade ambiental e intercultural” (FREITAS, 2005, p. 136). Benchimol (1999) destaca que o futuro da região amazônica depende de ações e da vontade conduzidas pelas lideranças esclarecidas e dinâmicas.

Como grupo deve fazer parte das nossas reflexões, tendo em face os desafios e potencialidades da região amazônica, e o que podemos oferecer, como contribuição, para

solucionar as atuais crises e impasses que a região atravessa? Segundo Freitas; Silva (2000) a implantação das universidades públicas na Amazônia tem como justificativa a elaboração de projetos oficiais para o desenvolvimento e integração da região, coisas que não estão acontecendo.

Decorrente desses processos é o distanciamento do perfil institucional das Universidades Públicas da Amazônia das realidades regionais, visível em todos os aspectos que se queira abordar, reforçado pela tendência, hoje em declínio, de que a maioria de seus recursos humanos treinados para a docência e para a pesquisa universitária não tomarem temas e problemas da Amazônia para reflexão durante a formação acadêmica de mestrado e doutorado, salvo no âmbito já assinalado com reservas. Consideração desta ordem remete à necessidade de criar outra tradição intelectual que abranja a complexidade da região indicadas como ilustração de um conjunto de problemas novos que a Amazônia põe para o mundo... (FREITAS; SILVA, 2000, p. 182).

Essa tradição pode e deve ser assumida pelos grupos de pesquisas que são formados por professores e pesquisadores das IES da região. Para Freitas; Silva (2000, p. 183) a “natureza e cultura na Amazônia tem potencial de conversão de um núcleo inovador da pesquisa científica sem perder de vista as necessidades de originalidade de abordagem das demandas existentes”. Mesmo com um quantitativo reduzido de pesquisadores há relevantes trabalhos de instituições da Amazônia. O grupo de pesquisa pode contribuir de forma significativa com as demandas de pesquisas da região. Há um conjunto de fatores que justifica o fortalecimento das instituições de pesquisa na região:

dentre os quais destacam-se: criar e desenvolver a mentalidade da pesquisa integrada e transdisciplinar; intensificar a formação de recursos humanos na região; integrar esforços para a capacitação de pesquisadores para a abordagem da problemática amazônica; integrar uma agenda científica de temáticas amazônicas, no sentido de potenciar os recursos e difundir áreas de interesses de pesquisa na região; disseminar estudos, projetos, mecanismos institucionais, demandas de pesquisas, produção científica; formar articulações de apoio ao intercâmbio científico intra e inter-regional com parcerias nacionais e internacionais, visando otimizar a capacidade de recursos e de condições de pesquisa, e minimizar a dificuldade de concorrência aos recursos e bolsas de demanda espontânea e dirigida, e ainda corroborar na integração dos países da Amazônia continental, dentre outros (FREITAS; SILVA, 2000, p. 188).

Freitas; Silva (2000) ressaltam que não é possível refletir sobre os problemas da região amazônica sem a participação das universidades e centros de pesquisas locais. O futuro da Amazônia depende da capacidade de articulação das comunidades acadêmicas. Oliveira; Souza (2019, p. 24) falam da necessidade de intelectuais “que pensem a Amazônia *“de dentro para fora”*, visando à superação de uma matriz epistemológica colonizadora”.

Minha pesquisa de doutorado tem como foco um elemento abundante na floresta que pode ser usado como matéria-prima para a construção dos objetos de aprendizagem. Penso que essa pesquisa coaduna com as intenções dos pesquisadores citados, bem como, com as intenções do AIECAM, pois vislumbramos uma alternativa inovadora para o ensino de Ciências e Matemática. Buscamos um novo ideário epistemológico e metodológico para o ensino de Ciências no Amazonas.

Como diz Ferreira (2009) o grupo de estudo e pesquisa precisa de parceria e apoio da Universidade. Em nosso caso, a busca por um espaço que acolha o grupo e possibilite os encontros e a guarda de materiais tem sido penoso. Enquanto estou no grupo, já estamos no terceiro local cedido, espero que agora seja definitivo. O apoio da UEA será de grande importância para as ações do grupo de pesquisa, pois só através da cooperação, AIECAM e UEA, possibilitarão novos horizontes de pesquisa onde grupo e IES sejam favorecidos.

Além das discussões e reflexões sobre o STEAM, proposta de ensino que conecta de forma lógica e ordenada a Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, temos nos debruçado sobre o uso de materiais da floresta na construção de materiais pedagógicos para o ensino de Ciências e Matemática. Em 2020 em parceria com o professor Dr. Yuri Expósito Nicot, publicamos o artigo intitulado: *A utilização de elementos da floresta na produção de recursos metodológicos para a o ensino de ciências e matemática no contexto amazônico*. Esse artigo abre algumas possibilidades interessantes para a pesquisa e ensino dessas áreas do conhecimento no Amazonas e para a Amazônia.

Neste cenário epistemológico para a Amazônia, o grupo de pesquisa terá como um de seus campos de estudo os elementos naturais e suas potencialidades como objetos de ensino. Stengers (2002) destaca ser legítimo a reivindicação de autonomia de tal movimento metodológico que busca no contexto local os elementos de ensino. Portanto, reiteramos que o grupo AIECAM deve ter vários focos e objetos de pesquisa local.

O grupo AIECAM precisa refletir sobre a Amazônia e discutir sobre as inúmeras possibilidades de pesquisa que a floresta oferece, sendo um espaço rico para o estudo de diferentes áreas do conhecimento. Trago uma reflexão importante para a nossa região sobre a utilização dos recursos naturais como elementos de ensino, sendo utilizado criativamente, favorecendo a aprendizagem das Ciências de forma ativa e significativa. O que pode sustentar e valorizar esse desejo são as pesquisas e seus resultados positivos no processo de aprendizagem.

Precisamos, através de pesquisas, validar a importância da natureza não apenas em seus aspectos econômicos, mas principalmente como uma fonte inesgotável de recursos

metodológicos. A floresta precisa ser validada em seus aspectos pedagógicos e educacionais, visando a utilização qualitativa de seus elementos. As Ciências da Natureza, bem como a Matemática, têm na floresta um grande aliado para a construção de alternativas inovadoras para o processo de ensino e aprendizagem.

Precisamos, enquanto grupo, refletir sobre um itinerário de investigações que estejam de acordo com um modelo coerente com as potencialidades da Amazônia, pesquisas que possibilitem uma valorização do capital natural e avivamento cultural em regiões pobres e isoladas desse estado. Precisamos de uma apropriação científica, educacional e pedagógica da natureza, repensar novos horizontes para a pesquisa e educação local. Há um campo vasto e, portanto, muito trabalho para o grupo AIECAM.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como grupo de pesquisa da área de educação preocupado com as alternativas inovadoras para os processos de ensino e aprendizagem no Amazonas, parte do nosso esforço está em responder a seguinte questão: como melhorar os processos de ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática nesse Estado? O AIECAM deve empreender esforços para a solução dessa e outras questões complexas que surgem nesse contexto.

O grupo de pesquisa AIECAM tem uma responsabilidade com o contexto local, tendo em vista uma reflexão profunda sobre o nosso lócus e objeto de pesquisa. Está na hora nos tornarmos pioneiros em pesquisas que tratem da Amazônia e do processo de ensino e aprendizagem. Utilizando os elementos da floresta como capital epistemológico e pedagógico. A tarefa não é fácil, mas sei que temos um grupo capacitado e disposto a assumir tal responsabilidade.

A educação em Ciências e Matemática no contexto amazônico requer estudiosos e pesquisadores que valorizem o contexto local em suas investigações. Como grupo de pesquisa devemos refletir sobre o que vem a ser pensar a Amazônia de dentro para fora? Não quero transgredir os princípios científicos estabelecidos. O que quero é olhar para o nosso lócus, a Amazônia, como origem, meio e fim de nossas pesquisas. Usar o que temos em abundância, a floresta, como objeto de estudo e investigação.

REFERÊNCIAS

BENCHIMOL, Samuel. **Amazônia - formação social e cultural**. Manaus: Valer, 1999.

FERREIRA, José W. de S. Grupo de estudos na formação dos professores. *In*: DINIZ, Leandro do N; BORBA, Marcelo de C. (orgs.). **Grupo em foco: diferentes olhares**,

múltiplos focos e autoformação continuada de educadores matemáticos. São Paulo: Editora livraria da física, 2009. p. 21-35.

FIORENTINI, Dário. Grupo de sábado: uma história de reflexão, investigação e escrita sobre a prática escolar em matemática. *In*: FIORENTINI, Dário; CRISTOVÃO, Eliane M. (orgs.). **História e investigação de/em aulas de matemática.** Campinas, SP: Editora Alínea, 2010. p. 13-36.

FREITAS, Marcílio de (org.). **Amazônia: a natureza dos problemas e os problemas da natureza.** v. 1. Manaus: EDUA, 2005.

FREITAS, Marcílio de; SILVA, Marilene Corrêa da. **Estudos da Amazônia contemporânea: dimensões da globalização.** Manaus: EDUA, 2000.

GAMBOA, Silvio S. Grupos de pesquisa: limites e possibilidades na construção de novas condições para a produção do conhecimento. **Motrivivência**, ano XXIII, n. 36, p. 268-290, jun. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/motrivivencia/article/view/2175-8042.2011v23n36p268/19654>. Acesso em: 2 abr. 2022. DOI: 10.5007/2175-8042.2011v23n36p268.

MIORIM, Maria Ângela. **Introdução à história da educação matemática.** São Paulo: Atual, 1998.

OLIVEIRA, L. C; SOUZA, F. S. Amazônia: construção de uma ideia exótica. *In*: OLIVEIRA et al. (orgs.). **Amazônia: prospecção de múltiplas lentes.** São Paulo/Manaus: Alexa cultural/Edua, 2019. p. 17-29.

ROSSIT *et al.* Grupo de pesquisa como espaço de aprendizagem em/sobre Educação Interprofissional (EIP): narrativas em foco. **Interface** (Botucatu). 2018; 22(Supl. 2):1511-1523. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/icse/a/Tz6rCQBRTVLWTnsnJDJH4ms/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 10 jan. 2022. DOI: 10.1590/1807-57622017.0674.

SILVA, M. C. **Metamorfoses da Amazônia.** 2. ed. Manaus: Valer, 2013.

STENGERS, I. **A invenção das ciências modernas.** Tradução de Max Altman. São Paulo: Editora 34. 2002.

CAPÍTULO II

ACOGIMIENTO Y APRENDIZAJE EN EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN ALTERNATIVAS INNOVADORAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN AMAZONAS - AIECAM

*Patricia Sánchez Lizardi**

[*patricia.s.lizardi@gmail.com*](mailto:patricia.s.lizardi@gmail.com)

Membro do grupo de Pesquisa AIECAM

INTRODUCCIÓN

En mi paso por Manaus, entre 2008 y 2012, tuve experiencias de gran alcance, tanto en lo personal como en lo profesional. Baste en este apartado dedicarme al aspecto profesional. Cuando llegué a Manaus mi conocimiento base era la psicología escolar y varios años de investigación en salud pública, particularmente en el área de exposición a pesticidas y sus efectos en el funcionamiento cognitivo y conductual de niños. Mi contratación decía que me incluiría como profesora en el programa de pedagogía. Sin embargo, después de varios meses, nada se concretaba. Fue así como, entre tocar puertas aquí y puertas allá, encontré la maestría en Enseñanza de las Ciencias. Durante mi entrevista con el Dr. Ghedin, entonces coordinador del programa, conocí a la Dra. Josefina Barrera Kalhil (Jose) quien, en su natural estilo, entró a

* Doutora em School Psychology pela University of Arizona.

la oficina para resolver un problema administrativo. Fue una conexión inmediata. Tal vez el hablar español, tal vez que ambas estábamos fuera de nuestros respectivos países (México y Cuba), tal vez que teníamos familia mexicana, o simplemente la afinidad intelectual, pero desde ese momento comenzó no solo una amistad entrañable, sino una relación académica extremadamente gratificante.

Cuando comencé mi trabajo en la maestría de Enseñanza de la Ciencias, Jose lideraba un grupo de trabajo con los alumnos que ella orientaba. Me parece que ese trabajo sirvió de cimiento para el grupo de investigación que ahora cumple diez años: Alternativas innovadoras para la enseñanza de las ciencias naturales en Amazonas. Me incorporé desde el comienzo a las reuniones. Recuerdo que al principio éramos Jose, la profesora Ana Frazão (qpd), y yo con nuestros respectivos alumnos. Inicialmente nuestro objetivo era mejorar el desempeño de nuestros alumnos, no solo al trabajar en sus propios proyectos, sino en la maestría misma. Así, nuestras reuniones incluían presentaciones que abordaban cuestiones conceptuales del quehacer de la investigación, así como los métodos usados en la construcción de conocimiento. Algo que llamó mi atención desde que me incorporé a la maestría fue que los proyectos de investigación usaban un abordaje mayormente cualitativo. Este fue uno de los primeros motivadores para mi continuo aprendizaje. Si bien mi formación en psicología y salud pública incluía el estudio de métodos cualitativos en la investigación, estos eran secundarios a los métodos cuantitativos. Con el paso del tiempo y el desarrollo de proyectos de investigación, la integración de métodos de investigación dio paso a que Jose y yo propusiéramos el curso Métodos de investigación: cuantitativos, cualitativos y mixtos. Dado que mi paso por Manaus tenía fecha límite, nunca pude enseñar este curso. Sin embargo, actualmente se ofrece a los alumnos interesados como materia optativa.

Mi primera experiencia dentro del grupo de investigación fue la orientación de tesis de maestría de Mônica de Oliveira Costa. Este trabajo fue definitivamente la incursión a una nueva temática. Anduve a la par con Mônica como aprendiz y guía. El estudio tuvo como problema de investigación la fragmentación con la que se trataba el tema de ciclos biogeoquímicos, incluyendo las disciplinas de las Ciencias Naturales, en uno de los centros de Educación de Jóvenes y Adultos (EJA) en Manaus. En particular, nos interesaba responder las siguientes cuestiones: ¿Cómo se incluía el tema de los ciclos biogeoquímicos en la propuesta curricular de los centros de Educación de Jóvenes y Adultos? ¿Cuáles eran las percepciones y prácticas pedagógicas de los profesores de química, física y biología sobre los ciclos biogeoquímicos, especialmente en el contexto amazónico? ¿Cómo se podían relacionar los contenidos de las

Ciencias Naturales que trataban el tema de los ciclos biogeoquímicos? Y, finalmente, ¿Cómo elaborar una propuesta pedagógica transdisciplinar para enseñar los contenidos de los ciclos biogeoquímicos incluyendo las Ciencias Naturales? Usamos un método de investigación cualitativo, realizando observaciones y entrevistas profundas con profesores y alumnos del EJA. Los resultados confirmaron que, en la EJA participante, había de hecho una fragmentación y descontextualización en la Enseñanza de las Ciencias, especialmente en lo que se refería al tema de ciclos biogeoquímicos. Asimismo, descubrimos que los profesores tenían un desconocimiento teórico y práctico de lo que es la transdisciplinariedad, así como ideas erradas acerca de su aplicación en el contexto educativo. Como resultado práctico de este estudio, se elaboró, a través de talleres, una propuesta pedagógica transdisciplinar para la enseñanza de los ciclos biogeoquímicos (Costa, 2010).

Después de esta primera orientación, los proyectos de mis alumnas se apegarían más a la línea de investigación que comencé a desarrollar dentro del grupo de investigación, la cual tenía que ver con los procesos cognitivos involucrados en el proceso de aprender y enseñar ciencia. Dada mi formación en psicología escolar, una motivación fundamental era que estos proyectos también investigaran la enseñanza de ciencias para alumnos que tuvieran alguna discapacidad, ya fuera intelectual o sensorial.

El siguiente proyecto de investigación que orienté, fue la tesis de maestría de Lúcia Helena Soares de Oliveira. En este estudio, evaluamos la efectividad del método lúdico para enseñar conceptos de geometría a estudiantes de 5º año de escuela primaria. Específicamente, comparamos el método tradicional con el método lúdico. Se desarrollaron cinco juegos específicos para la enseñanza de espacio y forma de acuerdo con los Parâmetros Curriculares Nacionais. Los resultados mostraron que el método lúdico fue más efectivo para enseñar los conceptos de espacio y forma. Si bien el uso del método lúdico en la enseñanza era un tema que llamaba la atención de los alumnos de pedagogía y enseñanza de las ciencias, este era reportado como una metodología deseable y en la mayoría de los casos su estudio se limitaba al reporte de anecdótico de experiencias de éxito. Un aspecto innovador de este trabajo fue el uso del método mixto, el cual estaba comenzando a ser usado con más frecuencia en la investigación educativa y en las ciencias sociales, pero no se había usado en los proyectos de investigación de los alumnos de nuestro posgrado. En el método mixto, los procedimientos cuantitativos y cualitativos son integrados para dar una respuesta más comprensiva a la pregunta de investigación. Tuvimos que hacer uso de la estadística que, si bien fue básica, nos llevó más tiempo del esperado debido a la curva de aprendizaje. Al mismo tiempo, integrar estos

resultados con los de las entrevistas de grupos focales fue un desafío. Al final, conseguimos con éxito dar respuesta a nuestra pregunta de investigación (Oliveira, 2011).

En mi último año en Manaus, tuve la oportunidad de empezar la dirección de tesis de maestría de Derlei Maria Correa de Macedo. Este proyecto comenzó con la idea de entender cómo enseñar matemáticas a estudiantes con Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad, el cual encajaba perfectamente dentro de mi línea de investigación. Sin embargo, el proyecto mudó su objetivo cuando salí de Manaus y Jose asumió la dirección, lo que enriqueció ampliamente este trabajo. Lo que buscamos entender era la percepción que los maestros tenían acerca de las dificultades que sus alumnos, de 6º año, presentaban en matemáticas. El método fue cualitativo, utilizando como técnicas la observación no participativa, la entrevista y un cuestionario semiestructurado. Analizamos el contenido de las entrevistas y cuestionarios de acuerdo con Bardin (1977). Encontramos que los maestros pensaban que las dificultades de sus alumnos se originaban en los años iniciales de educación, cuando los conceptos matemáticos eran enseñados por primera vez. Al mismo tiempo, opinaron que la falta de apoyo de la familia influía en mantener las dificultades de los alumnos. Sin embargo, a través de la observación no participativa, también encontramos que la didáctica de los profesores participantes tampoco favorecía el aprendizaje de los alumnos. Los maestros tenían conocimiento del contenido, pero el gran número de alumnos en el salón de clase impedía la atención individualizada a quienes presentaban mayor dificultad en su aprendizaje (MACEDO, 2013).

Mi participación en el grupo de investigación no se limitó a la dirección de tesis de maestría. Conforme el grupo crecía y más investigadoras con sus alumnos se incorporaban, los proyectos se hacían más complejos y colaborativos. Participé como sinodal en varias de las defensas de tesis de maestría del grupo, así como en comités de proyectos con otros profesores del programa del posgrado en enseñanza de la ciencia. Asimismo, los resultados de nuestras colaboraciones se presentaron en diversos eventos académicos, nacionales e internacionales.

Uno de estos proyectos, en colaboración con Jose, fue examinar el uso de las habilidades hipotético-deductivas de los maestros de ciencias al resolver el problema del péndulo. En particular, queríamos entender si los maestros de ciencias resolvían el problema del péndulo usando habilidades hipotético-deductivas. Así, presentamos a los maestros un péndulo con tres longitudes y tres masas diferentes, semejante a como Inhelder y Piaget (1958) hicieron en sus estudios, y después les pedimos que respondieran un cuestionario. Los participantes eran maestros de ciencias, algunos de los cuales tenían formación en alguna área de las ciencias y otros no. Encontramos que tanto los maestros con formación en ciencias como aquellos que no

la tenían, tuvieron dificultad en resolver el problema del péndulo correctamente, esto es, en identificar la longitud del péndulo como único factor determinante de la frecuencia después de haber experimentado con las diferentes longitudes y masas. Nuestros resultados señalaron, que, si bien los maestros tenían dominio del contenido de su propia disciplina, no se aproximaban a la resolución de problemas científicos de una manera sistemática, es decir, usando habilidades hipotético-deductivas. Nuestra intención no era culpar a los maestros, y sí provocar una reflexión sobre las habilidades científicas que los maestros llevan consigo a sus clases de ciencia. El conocimiento del contenido a ser enseñado parece no ser suficiente. Es decir, las habilidades científicas que los maestros usan en la resolución de problemas científicos, y que pueden estar pasando de una manera inadvertida a sus alumnos, parecen ser igualmente importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de ciencias (LIZARDI; KALHIL; 2012).

A pesar de haber concluido mis actividades académicas dentro de la Universidad do Estado do Amazona en marzo de 2012, continúe participando en el grupo de investigación en la realización de proyectos que teníamos avanzados. Uno de estos, buscaba entender cómo se usaban las habilidades hipotético-deductivas en la formación de profesores en otros países de Latinoamérica. Aprovechando nuestra membresía en la Latin America Science Education Research Association (LASERA), enviamos una encuesta a los miembros de la asociación preguntando acerca del conocimiento y uso de las habilidades hipotético-deductivas en su práctica docente. Recibimos respuesta de 60 profesores de Brasil, Cuba, México, Chile, Ecuador, Colombia, Perú, Argentina y Uruguay. Encontramos que 45% tenía formación en física, 3% en química, 21% en biología, 7% matemática y 24% en otra disciplina. El nivel de enseñanza comprendía desde la primaria hasta el posgrado. El 35% reportó tener conocimiento de lo que es el pensamiento hipotético-deductivo, el 65% saber poco o casi nada al respecto y solamente el 28% proporcionó una explicación propia de este tipo de pensamiento. Un 53% opinó que siempre es importante usar este tipo de habilidades en las clases de ciencias, pero un 45% reportó que sólo cuando es necesario. Nuestros hallazgos mostraron que el pensamiento hipotético-deductivo parecería no tener relevancia en la educación en ciencias, en especial en la formación docente. Si bien nuestro trabajo no asumía que su uso fuera la respuesta a los problemas didácticos en la enseñanza de la ciencia, pensamos que su uso ha contribuido en importantes avances científicos, por lo que no es completamente justificable descartarlo. El pensamiento hipotético-deductivo puede considerarse independiente del contenido de cada disciplina científica, pero básico en el quehacer científico, por lo tanto, nuestro trabajo resaltó

su importancia en la formación de profesores de ciencias a cualquier nivel académico (LIZARDI; KALHIL; 2017).

Otras actividades relacionadas con el grupo de investigación fueron la participación con presentaciones o carteles en eventos académicos: XIV EBRAPEM (OLIVEIRA; LIZARDI, 2010); XV Seminario Interdisciplinar de Pesquisa em Educação (OLIVEIRA; LIZARDI, 2015); SECAM (LIZARDI, 2011); ICPE (LIZARDI; KALHIL; 2011), LASERA (LIZARDI, 2013; LIZARDI; KALHIL; 2013; LIZARDI, 2014; OLIVEIRA; LIZARDI, 2016).

Actualmente, sigo siendo colaboradora extranjera del grupo de investigación. Sin embargo, el llamado de la psicología escolar me ha llevado en direcciones diferentes en la investigación (p. e., Identificación de signos tempranos en el Trastorno del Espectro Autista). No descarto la posibilidad de colaborar en proyectos del grupo y de trabajar nuevamente con Jose. Me siento feliz y honrada de poder contar mi paso por este grupo de investigación que cumple sus primeros diez años. En el grupo hemos visto pasar alumnos que ahora son profesores en otras instituciones. Seguramente, la influencia del grupo se hace presente a lo largo y ancho de la Amazonia.

REFERENCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

COSTA, M. O. **Uma proposta pedagógica para o ensino dos ciclos biogeoquímicos na educação de jovens e adultos: Um exemplo transdisciplinar**. Dissertação. Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade do Estado do Amazonas, 2010.

INHELDER, B. & PIAGET, J. **The growth of logical thinking: from childhood to adolescence**. USA: Basic Books, Inc., 1958.

MACEDO, D. M. C. **As concepções dos professores sobre as dificuldades no processo ensino-aprendizagem de Matemática em duas escolas públicas na cidade de Manaus**. Dissertação. Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade do Estado do Amazonas, 2013.

OLIVEIRA, L. H. S. **Método tradicional e método lúdico: Uma comparação no ensino de conceitos de geometria no 5º ano do ensino fundamental**. Dissertação. Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade do Estado do Amazonas, 2011.

OLIVEIRA, L. H. S. & SÁNCHEZ LIZARDI, P. **O lúdico no desenvolvimento humano e no ensino de conceitos de geometria. XIV EBRAPEM. Educação Matemática: Diversidades e particularidades no cenário nacional**. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, 2010.

OLIVEIRA, L. H. S. & SÁNCHEZ LIZARDI, P. **A aprendizagem dos conceitos de espaço e forma no 5º ano do ensino fundamental**. XV Seminário Interdisciplinar de Pesquisa em Educação. Manaus, Brasil, 2015.

OLIVEIRA, L. H. S. & SÁNCHEZ LIZARDI, P. **O ensino de ciências e o cotidiano escolar.** Presentación en el Segundo Seminario de Latin American Science Education Research Association (LASERA), San José, Costa Rica, 2016.

SÁNCHEZ LIZARDI, P. **Os processos cognitivos: Impactos e repercussões em situações de aprendizagem legitimadoras da educação científica.** I Simpósio de Educação em Ciências na Amazônia. SECAM, Manaus, Brasil, 2011.

SÁNCHEZ LIZARDI, P. **Estilos de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias.** Workshop en el Seminario de Latin American Science Education Research Association (LASERA), México, 2014.

SÁNCHEZ LIZARDI, P. & BARRERA KALHIL, J. **Science teachers' hypothetic-deductive skills: The pendulum problem.** Proceedings ICPE (2011). Latin American Journal of Physics Education, 5, Suppl I, 149-152. 2012.

SÁNCHEZ LIZARDI, P., & BARRERA KALHIL, J. **Pensamiento y habilidades hipotético-deductivas en la enseñanza de ciencias en el contexto latinoamericano.** En Z. Monroy, R León-Sánchez, G. Álvarez Díaz de León (Eds.). Obstáculos epistemológicos en la enseñanza y el aprendizaje de la filosofía y de la ciencia (pp. 69-78). México, D.F.: Facultad de Psicología, UNAM, 2017.

CAPÍTULO III

A VIDA ACADÊMICA: DESAFIOS E APRENDIZADOS NA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS

*Ataiany dos Santos Veloso Marques**

ataianyveloso@gmail.com

Membro do grupo de Pesquisa AIECAM.

INTRODUÇÃO

Me chamo Ataiany dos Santos Veloso Marques, tenho 43 anos. Estamos em janeiro de 2022. Ainda estamos em meio à pandemia da COVID-19 e contabilizamos, até o momento, a morte de mais de 600 mil brasileiros. Já tivemos uma média diária de 3.769 mortes¹. Atualmente, resido em Parintins, no Amazonas, e sou professora de Química em estágio probatório na Secretaria de Educação do Estado do Amazonas – SEDUC/AM.

Sou Doutora em Educação em Ciências e Matemática, Mestra em Educação em Ciências na Amazônia, Especialista em Docência do Ensino Superior, com Licenciatura Plena em Química pela Universidade do Estado do Amazonas e Bacharel em Administração pela Universidade Federal do Amazonas. Pesquisadora no Grupo de Pesquisa Alternativas Inovadoras para o Ensino de Ciências Naturais na Amazônia (AIECAM) da UEA.

* Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

¹ **Fonte:** < [JHU CSSE COVID-19 Data](#) > Acesso em: 1 jan. 2022.

Nas páginas seguintes irei relatar um pouco da minha trajetória acadêmica, dificuldades, aprendizados e experiências adquiridas, assim como minha caminhada no Grupo de Pesquisa Alternativas Inovadoras para o Ensino de Ciências Naturais na Amazônia – AIECAM. Além disso, também trago algumas reflexões para você, que tem interesse em caminhar por esta estrada.

DESENVOLVIMENTO

Como cheguei no Amazonas e o início da vida acadêmica

Nasci em Belém, no Pará, e ainda criança nos mudamos para Parintins no Amazonas. Terra onde minha mãe Maria Serrat dos Santos Veloso (*in memoriam*) nasceu. Minha infância e juventude foram vividas por essas terras. Quando terminei o segundo grau, em 1995, fui morar com a família de um tio paterno em Belém. Lá, fiz cursinho e me preparei para o vestibular para uma universidade pública. Parintins, na época tinha um polo da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, mas não havia tanta oferta de cursos. Não consegui ingressar na Universidade Federal do Pará - UFPA e voltei para Parintins.

Em 2000, na cidade, abriu no polo da UFAM a oferta de dois cursos, o qual funcionou de forma modular os cursos de Administração e Pedagogia. Me inscrevi para Administração e passei. Comecei a cursar as disciplinas no turno noturno, onde os professores de Manaus ministravam no polo uma disciplina no período de duas semanas.

No ano seguinte, em 2001, nascia a Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Chamada de Centro de Estudos Superiores de Parintins – CESP, a unidade da UEA em Parintins iniciou suas atividades ofertando apenas graduação em licenciatura. Prestei vestibular para Química por insistência de minha mãe. Era meu sonho fazer Farmácia, mas não havia faculdade em Parintins. Foi aí que pensei na possibilidade de cursar a graduação de Química e após a conclusão do curso mudar para Manaus, onde havia Faculdade de Farmácia, pedindo assim, aproveitamento das disciplinas já cursadas. Então, refletir que quando não podemos fazer algo que no momento é difícil de acontecer, devemos pensar em um outro caminho que também nos leve onde queremos chegar inicialmente.

Para custear o pagamento do curso e minhas despesas em Manaus, tentaria um emprego de professora de Química. Uma outra reflexão importante que tinha na época, era que se continuasse em Parintins não daria andamento aos meus estudos e meu destino seria casar-me, ter filhos e ter somente a graduação. Era muito jovem para aceitar tal ideia.

E assim aconteceu: mudei-me para Manaus! Em 2004, me formei Bacharel em Administração e em 2005 Licenciada em Química, foi somente em 2006 que mudei para Manaus. Aluguei um quarto e levei algumas mobílias de Parintins comigo. Minha mãe foi mais uma vez fundamental em minha vida nesse momento, pois me apoio financeiramente. Como cheguei no início do ano e participei do Processo Seletivo Simplificado – PSS da SEDUC/AM para professor de Química. Fui selecionada e comecei a trabalhar no turno noturno.

A vida em Manaus

A vida na cidade grande demandou planejamento, principalmente quando se tinha o objetivo de continuar os estudos. Embora trabalhando no turno noturno, possuía disponibilidade de tempo para estudar pela manhã, abrindo a oportunidade de me matricular como aluna especial (alunos que não participaram de uma seleção e são ouvintes nas disciplinas) no Mestrado em Química de Produtos Naturais na UFAM. Fiz algumas disciplinas e participei de duas seleções e não passei.

Em 2007, dobrei a jornada de trabalho para dois turnos, vespertino e noturno, ministrando aulas em escolas diferentes. Deslocava-me a pé de onde residia. E foi em uma dessas escolas que apareceram ofertando uma especialização em Docência do Ensino Superior, concluído em 2009.

A vida acadêmica após a graduação era um campo de descobertas e incertezas, pois a formação inicial não preconizava perspectivas para o trabalho da pesquisa científica na área da Educação ou do Ensino, apenas o teor do trabalho docente. Após a graduação temos a Pós-Graduação dividida em dois tipos: Lato Sensu - que inclui especializações ou cursos designados como MBA (*Master Business Administration*) duração mínima 360 horas de aula e ao final do curso o estudante obterá um certificado; Strictu Sensu – Programas de Mestrado e Doutorado, com duração mínima Mestrado 2 anos e Doutorado 4 anos, ao final do curso o estudante obterá um diploma com o título de Mestre ou Doutor.¹

Seguindo essa lógica, decidiu-se, então, caminhar para a vida do trabalho da pesquisa científica. O primeiro passo foi definido pelo objetivo de participar da seleção Mestrado em Educação em Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Comecei a estudar os conteúdos para previstos no edital e a preparar o meu currículo para a seleção. Submeti, com a ajuda de um grande amigo/irmão, ainda em 2009, o projeto “A utilização de

¹ **Fonte:** Página no Facebook < @CAPESOficial > Organização governamental. Acesso em: 18 jun. 2021.

Blogs no Ensino de Química”, para o Programa Ciência na Escola – PCE da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM.

Ressalvo aqui o Programa Ciência na Escola como um grande incentivador em oportunizar ao professor o desejo de continuar sua vida acadêmica na pesquisa científica, pois possibilita desenvolver e orientar projetos científicos na escola onde leciona, selecionando estudantes para participarem dos projetos como bolsistas de Iniciação Científica Tecnológica Júnior – ICT/JR, com direito a uma bolsa de estudos tanto para o professor como para os estudantes. Foi a partir dele que desenvolvi meu primeiro projeto de pesquisa científica no âmbito escolar.

O Mestrado Acadêmico Educação em Ciências na Amazônia

Com uma especialização concluída e um projeto aprovado, desenvolvido e concluído pela FAPEAM, meu currículo ficou mais apropriado para uma seleção de Mestrado. Dessa forma, em 2011, me inscrevi na seleção para o Mestrado Acadêmico Educação em Ciências na Amazônia da Escola Normal Superior – ENS/UEA. O Público-alvo do programa era licenciados em Química, Biologia, Física, Matemática, Pedagogia e licenciados em áreas afins. A seleção foi composta de quatro etapas: 1 – Homologação das inscrições (eliminatória); 2 – Avaliação do Currículo Vitae, histórico escolar e pré-projeto de pesquisa; 3 – Prova Escrita (eliminatória) e 4 – Prova Oral (classificatória). No final, consegui ser aprovada na seleção do Mestrado. Foi uma grande conquista para mim, uma pessoa que veio do interior do Amazonas.

Iniciou-se uma nova jornada de novos aprendizados, amizades e experiências. Para começar, conheci minha orientadora, a professora doutora Ana Frazão Teixeira (*in memoriam*), mas logo que ingressei, ela saiu para o Pós-Doutorado. Sem orientadora, fui pesquisar possíveis orientadores dentro do programa. Foi então que encontrei o currículo da professora doutora Josefina Barrera Kalhil, graduada em Física, com doutorado em Ciências Pedagógicas, o qual possuía muitas publicações, projetos de pesquisa desenvolvidos e uma vasta experiência no Ensino de Ciências. Nos primeiros encontros da nova turma tomei a iniciativa de conversar com a professora, o qual já sabia da minha situação e aceitou ser minha orientadora.

Vale ressaltar aqui que os alunos ingressantes na turma de 2011 fizeram parte da primeira turma do Mestrado Acadêmico Educação em Ciências na Amazônia, até então o Programa oferecia apenas a modalidade de Mestrado Profissional, o qual era chamado de Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia.

Posso dizer que o Mestrado me mostrou um conhecimento até então desconhecido. Como licenciada em Química imaginava que essa ciência era somente cálculos e laboratórios. Não tinha ideia do que era a Epistemologia da Ciência, Filosofia da Ciência e o próprio foco do Mestrado, o Ensino de Ciências. Sei hoje o quanto é importante para um professor de Ciências (Química, Física e Biologia) ter esses conhecimentos para sua docência, por diversos motivos, mas destaco como principais: o compromisso de formar cidadãos críticos e conscientes da realidade que os cerca. É como afirma Chassot (2011, p. 55): “A nossa responsabilidade maior no ensinar Ciências é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos”.

As disciplinas vistas no mestrado foram enriquecedoras e ao mesmo tempo assustadoras. Na graduação, os professores, pelo menos os que tive, davam ênfase na Química com muitos cálculos, fórmulas e a memorização desse conteúdo. Tive disciplinas pedagógicas, mas não havia o vínculo com a disciplina Química. Conforme Maldaner (2006) constatou em sua pesquisa, a formação pedagógica e disciplinas como Sociologia, Filosofia e Antropologia, que fazem parte do currículo dos cursos de licenciatura, pouco ou quase nada influenciam na forma de ensinar dos professores de Ciências.

Como consequência dessa deficiência no entendimento dessas disciplinas citadas, senti uma grande dificuldade para compreender o que os professores do Mestrado discutiam nas disciplinas: Pesquisa em Educação em Ciências, História da Filosofia da Ciência na Educação em Ciências, Fundamentos da Educação em Ciências, Processos Cognitivos da Didática das Ciências e Tendências Investigativas na Educação em Ciências. Em pouco tempo intensifiquei minhas leituras para compreender esse novo mundo de conhecimentos. Foram muitas madrugadas, domingos e feriados dedicados a essa finalidade. E sem dúvida, até hoje, continuo minhas leituras para aprimorar esse saber.

Além das disciplinas obrigatórias e não obrigatórias na grade do Mestrado, também tivemos as Atividades Complementares: Atividade Programada, Estágio Docência, Produção Técnica SECAM e Produção Bibliográfica. É importante registrar que pela primeira vez na Produção Técnica do SECAM, evento produzido pelos alunos do Mestrado Profissional, conseguimos escrever, submeter e aprovar dois financiamentos para a realização do I Simpósio de Educação em Ciências na Amazônia – SECAM e VI Seminário de Ensino de Ciências na Amazônia, que após a aprovação contou com o apoio e a participação de toda turma. O evento teve como coordenadores o Prof. Dr. Amarildo Gonzaga e a Profa. Dra. Josefina Barrera Kalhil.

O primeiro financiamento foi concedido pela FAPEAM, Edital N. 019/210 – PAREV (Programa de Apoio a Realização de Eventos Científicos e Tecnológicos no Estado do Amazonas) e o segundo concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES/PAEP – Programa de Apoio a Eventos no País, Concessão Processo PAEP 4533/2011-08. Esses financiamentos foram de enorme contribuição para o evento, visto que tivemos a oportunidade de trazer pesquisadores que são referência na área de Ensino de Ciências, como o Prof. Dr. Attico Chassot, Prof. Dr. Roberto Nardi, Prof. Dr. Olival Freire e o Prof. Dr. Alfred Sholl.

A experiência adquirida na organização de um evento é algo que levo para a vida toda, principalmente para quem pretende seguir como pesquisadora. Saber os trâmites para solicitar financiamentos, escrever o projeto, submeter na plataforma, fazer a prestação de contas, dentre outras, são conhecimentos complementares para quem está buscando a formação como pesquisador. Os financiamentos disponibilizados pelas fomentadoras ajudam a desenvolver muitas pesquisas no país, mas muitas das vezes existem recursos e os pesquisadores não sabem como solicitar o que dificulta ou inviabiliza seus projetos ou estudos.

O Grupo de Pesquisa AIECAM

Um Grupo de Pesquisa é formado por pesquisadores e estudantes os quais organizam suas pesquisas em torno de linhas comuns de pesquisa desenvolvidas por este grupo². O grupo de pesquisa AIECAM foi instituído em 2010 pela Profa. Dra. Josefina Barrera Kalhil (Líder do Grupo) e certificado pela Universidade do Estado do Amazonas – UEA, com sua sede na Escola Normal Superior. É vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia/Mestrado Profissionalizante / UEA, Mestrado Acadêmico em Educação em Ciências na Amazônia/UEA e o Doutorado em Educação em Ciências e Matemática / UFMT / UEA / UFPA – REAMEC.

O Grupo AIECAM possui duas linhas de pesquisa: **1-** Educação em Ciências, Divulgação Científica e Espaços Não Formais e; **2 -** Metodologias, meios e recursos para o Ensino de Ciências Naturais. Atualmente, também é Líder no Grupo de Pesquisa a Profa. Dra. Tathiana Moreira Diniz Ribeiro Cotta.

Meu contato no grupo de pesquisa começou a partir do momento que a Profa. Dra. Josefina Barrera Kalhil tornou-se minha orientadora, ou seja, desde 2011. O grupo realiza

² Fonte: < [Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil Lattes](#) > Acesso em: 20 jun. 2021.

encontros mensais e, devido à pandemia, reuniu-se pelo *Google Meet*. Nas reuniões são tratados pontos determinados pelos integrantes e pela líder, como: organização e desenvolvimento de trabalhos, projetos e eventos; compartilhamento das pesquisas de TCC, Mestrado e Doutorado dos integrantes; participação do Grupo de Pesquisa das suas defesas, dentre outras atividades.

Como Grupo de Pesquisa, com a experiência adquirida na organização do I SECAM, ajudamos a organizar o I Congresso Latino-Americano da Associação de Pesquisadores em Educação em Ciências – LASERA. Para custear o evento, solicitamos financiamento para eventos à CAPES e FAPEAM, o qual fomos contemplados com a aprovação pelas duas fomentadoras.

Outra problemática que surgiu na época foi que precisávamos de um registro para o evento em Manaus, a nível Nacional ou Internacional, na área Ensino de Ciências. Logo, um evento desse porte para o Amazonas era de grande importância para os pesquisadores do estado e dos estados vizinhos.

Em 2013, nas dependências da Universidade Nilton Lins em Manaus, capital do Amazonas, reunindo centenas de pesquisadores da América Latina e da Europa, aconteceu o I Congresso Latino-Americano da Associação de Pesquisadores em Educação em Ciências – LASERA. Entre os conferencistas convidados estavam: Prof. Dr. Gerson de Souza Mól, da Divisão de Ensino de Química - SBQ, do Instituto de Química UnB; Profa. Dra. Cécile de Hosson da Universidad Diderot de Paris; Prof. Dr. César Eduardo Mora Ley do Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN); Prof. Dr. Antonio Cachapuz, Universidade de Aviero – Portugal; Profa. Dra. Patricia Sanchez Lizardi, Universidade de Arizona, EUA; Profa. Dra. Christiane Gioppo - Universidade Federal de Paraná – Brasil; Profa. Dra. Lourdes Tarifa, Universidade de Matanzas, Cuba; Prof. Dr. Ronaldo Nagen - Instituto Federal de Belo Horizonte.

Tivemos a participação de 299 professores, pesquisadores e estudantes, sendo: 111 participantes estrangeiros de 14 países, como Colômbia, Portugal, França, Espanha, Canadá, Costa Rica, Chile, México, Argentina, Cuba, Venezuela, Bolívia, Uruguai e Equador; e 188 participantes dos diversos estados do Brasil.

Como resultados alcançados do evento, podemos citar: 1. A criação da Revista Latino-Americana de Educação em Ciências; 2. Convênio da Universidade do Estado do Amazonas-UEA com Universidades da Venezuela, Colômbia, Espanha e México; 3. A criação da Associação de Pesquisadores em Ciências Latino-Americana.

É importante recordar que a área de Ensino de Ciências e Matemática (Área 46) na CAPES/MEC foi criada em setembro de 2000, com a finalidade de desenvolver pesquisas sobre o ensino de ciências que não estavam dentro das áreas tradicionais de Física, Química e Biologia (MOREIRA, 2002).

Com a produção crescente em pesquisas na área de Ensino de Ciências e Matemática, pesquisadores sentiram a necessidade da criação de uma associação, o que motivou a criação da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e por consequência os eventos promovidos por essa associação, como o I Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, realizado pela primeira vez em 1997 (PEREIRA; SILVEIRA, 2019). Como observamos, a área foi criada no ano 2000, mas eventos da área aconteciam desde a década de 70 como vemos com o I ENPEC (PEREIRA; SILVEIRA, 2019).

Resgatamos essas informações para situar a realidade da Região Norte, e em especial, a do Estado do Amazonas. Até o momento da elaboração do evento do Grupo de Pesquisa, previsto para 2013, nenhum evento da área havia acontecido ou estava programado para acontecer na Região Norte.

Pereira e Silveira (2019) comentam o número de trabalhos da Região Norte apresentados no XI ENPEC em 2017, de um total de 1335 comunicações orais e 144 pôsteres, apenas 79 trabalhos eram dessa Região o que representa apenas 5,8% do total, um número muito pequeno.

Dado o panorama apresentado no parágrafo anterior, entendemos que fomentar eventos da área na Região Norte era algo necessário e urgente para os pesquisadores da área de Ensino de Ciências e Matemática.

A realização do LASERA no Estado do Amazonas foi um marco para promover o desenvolvimento da área de Ensino de Ciências e Matemática na Região Norte, visto que era pouco os eventos que ocorriam com essa magnitude. Desse modo, esforço de muito trabalho e dedicação por parte dos integrantes do AIECAM oportunizou um evento internacional que continua a acontecer em outros países, com seu retorno ao Brasil previsto para o ano de 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compartilhei nessas páginas um pouco da minha experiência acadêmica com o Grupo de Pesquisa AIECAM. Nesses 10 anos de existência posso afirmar que aprendi e continuo aprendendo a melhor conduzir minha caminhada acadêmica a partir dos debates e aprendizagens adquiridas neste grupo. Durante minha estadia no grupo, já publicamos livros,

artigos em Revistas e Anais de Eventos, organizamos Simpósios e Congressos, assim como aprendemos também a organizar os Anais dos trabalhos submetidos, aprovados e apresentados no I Lasera Internacional e nas edições do Lasera - Manaus. Sou extremamente grata por fazer parte deste Grupo de Pesquisa desde 2011 e a toda dedicação da líder do grupo Profa. Dra. Josefina Barrera Khalil.

REFERÊNCIAS

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 5. ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química professor/pesquisador**. 3. ed. Ijuí: ed. Unijuí, 2006

PEREIRA, Tássila Zerbini Monteiro; SILVEIRA, Camila. A produção acadêmica da Região Norte: uma análise na ata do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – **Revista REAMEC**, Cuiabá – MT, V. 7, n. 2, jul/dez 2019, p. 245 – 260. Disponível em: <<https://dev.setec.ufmt.br/periodicos/index.php/reamec/article/view/8726>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

ANEXOS

Figura 1: Cartaz de Divulgação - 1ª Conferência organizada pelo AIECAM.

UEA
A maior Universidade multicampi do País

Conferência da Associação Latino americana de Investigação em Educação em Ciências, Outubro 22-25, Manaus, Brasil
LASERA 2013
Aprendizagem Ativa na Educação em Ciências

Palestrantes:
Antonio Cachapuz - Universidade de Aveiro, Portugal / Cécile de Hosson - Universidade Paris Diderot, França / César Mora - Instituto Politécnico Nacional, México / Gerson de Souza Mól - Universidade de Brasília, Brasil / Marisa Michelini - Universidade de Udine, Itália

Mesas Redondas:
Christiane Gioppo - Universidade Federal do Paraná, Brasil / Josefina Barrera - Universidade do Estado do Amazonas, Brasil / Juan Carlos Orozco Cruz - Universidade Pedagógica Nacional, Colômbia / Lourdes Tarifa - Universidade de Matanzas, Cuba / Patricia Sánchez Lizardi - Universidade de Arizona, USA / Ronaldo Nagen - Instituto Federal de Belo Horizonte, Brasil

DATAS IMPORTANTES

-Envio de resumo: 3 de maio a 30 de agosto de 2013	-Registro A partir do 2 de maio de 2013
-Informe sobre aceitação: 18 de maio a 18 de agosto de 2013	-Pagamento antecipado da inscrição via Paypal 3 maio ao 31 de julho de 2013
-Envio de trabalhos em extenso 29 de agosto a 29 de setembro de 2013	-Fecha de la conferencia 22-25 de octubre de 2013

Inscrições:
www.la-sera.org
www.facebook.com/lasera.manaus

Local do evento:
Universidade do Estado do Amazonas
Universidade Nilton Lins

Logos patrocinadores: CAPES, Manaus, FAFEM, LAPEN, UEA, AMAZONAS, COPA AIRLINES, ESERA, www.uea.edu.br

Fonte: Acervo pessoal.

Figura 2: Cerimônia de Encerramento 1ª *Lasera* Internacional em Manaus-AM - Brasil.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 3: Cerimônia de Encerramento 1ª *Lasera* Internacional em Manaus-AM - Brasil.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 4: Palestrante Profa. Dra. Cécile de Hosson. Universidade de Paris.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 5: Palestrante Prof. Dr. César Mora. Instituto Politécnico Nacional do México



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 6: Palestrante Prof. Dr. Gerson de S. Mol. Universidade de Brasília-UnB.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 7: Palestrante Prof. Dr. Antonio Cachapuz. Universidade de Aveiro-Portugal.



Fonte: Acervo pessoal.

CAPÍTULO IV

RELATANDO VIVÊNCIAS, ATÉ CHEGAR AO GRUPO DE PESQUISA ALTERNATIVAS INNOVADORAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN AMAZONAS - AIECAM

*Célia Sandra Carvalho de Albuquerque Bezerra**

charmebecas@hotmail.com

Membro do Grupo de Pesquisa AIECAM

INTRODUÇÃO

Como membro de uma família que sempre orientou para o sucesso escolar, meus pais definiram a escolarização a preocupação que dominava no seio familiar. Desde a escolha de ótimas escolas, com vistas a garantir a conquista do mais alto nível escolar, até o acompanhamento diário, com a certeza de que os filhos estavam trilhando os melhores caminhos. E, com certeza trilhamos, todos chegamos à universidade. Isto é, chegamos ao topo, a eles todo o mérito. Daí a importância da participação familiar nesse processo de escolarização.

Essa situação comprova que a educação familiar é a verdadeira árvore da ciência, a partir dessa relação com a família é que se constrói, desde a infância, a base da educação. É sabido que o papel dela se modificou com o passar dos tempos. Mas, a importância ao estímulo ao estudo continua nas relações familiares, desde os menos favorecidos, até na alta classe social.

* Mestra em Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

Enfim, compreendemos que esse aspecto é algo que deve acontecer desde criança para que no espaço da escola, ela sinta a necessidade de aprender, participar das atividades e, como consequência, a melhora no seu desempenho, contribuindo assim com seu crescimento cognitivo.

Tudo começa acerca da escolarização da infância no ensino fundamental, depois de longos anos chega-se à conclusão deles no ensino médio, em uma escala crescente de aprendizagem, de conhecimentos, até chegar-se ao nível superior, onde se escolhe a profissão a seguir, e foi nesse momento, como filhos de pai professor da escola técnica federal do Amazonas (há na minha família três filhos que se dedicaram à docência) houve a decisão tomada com muito amor, pois amamos o que fazemos.

A trajetória construída na minha vida como profissional da educação sempre se deu pela busca da minha qualificação. Começando pela graduação na Universidade Federal do Amazonas, seguida da Especialização Lato Sensu em Metodologia do Ensino Superior, também na instituição mencionada e o tão sonhado Mestrado em Educação em Ensino de Ciências na Amazônia, na Universidade do Estado do Amazonas, surgindo assim o primeiro contato com o grupo de pesquisa na UEA, no ano de 2010, pois ele estava vinculado ao mestrado.

Tudo muito novo para mim, pois mesmo dentro da universidade, só fiquei sabendo de grupos de pesquisa no mestrado. Dessa forma, concluo que ainda se tem muito a fazer dentro das universidades quanto as informações dos grupos de pesquisa para a comunidade acadêmica. Portanto, é mister que a pesquisa acadêmica nasce muito tarde para os estudantes, ou até mesmo que muitos passam pelas universidades e desconheçam de alguma forma isso. O que reflete até hoje no desinteresse de muitos estudantes pela pesquisa acadêmica.

Mas, a busca por mais conhecimentos me levou a participar do grupo, um porto seguro para enveredar por mais trocas de experiências com pesquisadores de outras áreas. Isto é, alinhados aos mesmos objetivos: a escola, a educação e o ensino na grande área de educação em ciências, particularmente nas subáreas de ensino de física, química, biologia, ciências naturais e a matemática - minha área de formação.

A participação no grupo de pesquisa AIEACAM me ofereceu ferramentas importantes para desenvolver habilidades a partir de conceitos de colaboração e de coletividade, porque representamos uma comunidade de pesquisa voltada para o ensino de ciências.

O objetivo do grupo é desenvolver pesquisas científicas de forma colaborativa e coletiva, a partir do compartilhamento de temas de estudo e de linhas de pesquisa, como nosso

grupo está voltado para discentes e docentes do mestrado e doutorado de Ensino de Ciências, estamos em contato direto também com os alunos em formação na graduação.

Durante o período que estamos como alunos do mestrado ou doutorado, compartilhamos as experiências e o andamento das suas pesquisas. Portanto, nosso grupo tem pesquisadores e estudantes desenvolvendo investigações e trabalhos acadêmicos dentro do nosso contexto de estudo, nas mais diversas áreas do conhecimento.

O grupo de pesquisa AIEACAM tem a responsabilidade de realizar eventos nacionais e internacionais denominado LASERA, um evento científico marcado por grandes trabalhos e palestras apresentados. Em suma, todos os anos, é escolhido um tema específico que norteará os trabalhos, cada ano se organiza um seminário e uma conferência sobre o Ensino de Ciências.

O evento LASERA teve início no ano de 2013, em Manaus, mediante patrocínio do Instituto Politécnico Nacional e a Universidade Federal do Amazonas. Seu objetivo é unir professores e investigadores latino-americanos e o Ensino de Ciências em todos os níveis educacionais, para trabalhar em projetos acadêmicos internacionais que visam melhorar a educação em ciências em outras regiões, compartilhando experiências e a conexão dos saberes.

Já foram realizados os seguintes eventos: em 2013 no Brasil, 2014 no México, 2015 na Colômbia, 2016 em Costa Rica, 2017 no México, 2018 no Equador, 2019 no México, 2020 em Guatemala, 2021 no Peru. Durante o período de pandemia a forma de realização mudou, online, o que foi necessário novas buscas de conhecimento para o formato digital, uma experiência valiosa e muito importante para o sucesso do evento nessa modalidade.

Para que as atividades aconteçam no grupo, marcamos reuniões mensais, na Universidade do Estado do Amazonas, onde utilizamos as estruturas de sala de aula, com encontros em torno de 1h30 a 2hs de duração, onde discutimos temas com pautas sempre voltadas para os nossos eventos, atividades, pesquisas, artigos, trabalhos e livros.

A frequência dos encontros traz consigo a noção de continuidade, algo que tem objetivos a serem alcançados; no caso, nossos encontros são oportunidades incríveis de conhecer outros estudantes e pesquisadores que entram no grupo. Assim, desenvolvemos habilidades diferentes nesse processo de troca de experiências e com temas que são levantados.

Mesmo no período de pandemia, os encontros sempre se realizaram de forma online, também com a participação ativa de todos os membros. O que foi muito oportuno para que houvesse o entrosamento do grupo e assim estarmos sempre conectados e atualizados com as tarefas a serem realizadas.

A diversidade do grupo quanto a área de formação de cada pesquisador propicia a troca de experiências e por estarmos ligados aos cursos de mestrado e doutorado em Ensino de Ciências na Amazônia, com ênfase nos cursos de química, física, biologia e matemática, na Universidade do Estado do Amazonas. Em síntese, o grupo fica fortalecido com trabalhos realizados dentro das áreas de cada pesquisador.

Sem dúvida, a participação no grupo de pesquisa AIECAM traz grandes benefícios para nossa carreira acadêmica e profissional. As experiências no grupo de pesquisa têm sido muito enriquecedoras para o aprendizado dos pesquisadores, fontes valiosas para o conhecimento que ficam eternizadas em cada encontro.

Ao participarmos de um grupo de pesquisa, temos acesso a diferentes estudos e leituras que ajudam a adquirir um olhar diferenciado sobre as diversas questões que envolvem temas atuais, desenvolvendo uma visão crítica enquanto professor pesquisador.

Além disso, a troca de informações junto a nossa coordenadora, Profa. Dra. Josefina Barrera Kalhil e os demais participantes, todos com diferentes pontos de vista que contribuem fortemente para a construção de uma visão mais crítica e analítica do nosso contexto na educação.

Nesse sentido, é fato que as discussões geradas no grupo de pesquisa levam ao desenvolvimento de estudos que, posteriormente, tornam-se temas relevantes para a produção de artigos, porque poderão ser publicados em periódicos científicos.

Em outros termos, materiais que são altamente valorizados pela comunidade acadêmica e somam pontos positivos para o seu currículo, seja ele voltado ao mercado de trabalho ou de acordo com as diretrizes da plataformaattes, sendo um diferencial, principalmente, se a sua intenção for investir em uma candidatura para cursos de mestrado e doutorado.

Assim, os grupos de pesquisa se constituem como um lugar onde se constrói conhecimentos e se edificam profissionais da educação, isto é: reflexivos, críticos e comprometidos com o repensar de sua prática profissional, sempre visando o bem que proporcionarão para si, sua equipe e seus alunos.

CAPÍTULO V

EDUCAÇÃO STEAM E O ENSINO DE FÍSICA

José Geraldo de Pontes e Souza^{*}

josegeraldodepontes@gmail.com

Maud Rejane de Castro e Souza^{**}

maudsouza1@gmail.com

Zândor Marques Chagas^{***}

zandormarques@gmail.com

Membros do grupo de Pesquisa AIECAM

INTRODUÇÃO

A participação no grupo de pesquisa AIECAM, impactou fortemente nossa formação acadêmica e profissional, pois contribuiu para nosso desenvolvimento como pesquisadores, fomos levados ao grupo pela Profa. Dra. Ana Frazão Teixeira, que era professora de Tecnologias da Informação e Comunicação - TIC, isso oportunizou nossa alfabetização científica e tecnológica, alargando o horizonte da pesquisa científica.

^{*} Mestre em Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM

^{**} Doutora em Educação: Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT.

^{***} Mestrando em Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

O Grupo de pesquisa AIECAM contribuiu de forma significativa em nossa carreira docente, pois tivemos nosso conhecimento ampliado através das leituras de artigos científicos, aprimoramento nas escritas de resumos expandidos, escrita de artigos para publicação em periódicos, aperfeiçoamento nas apresentações de palestras e mesas redondas em eventos.

Em 2013, participamos da organização da primeira edição do evento do nosso grupo de pesquisa o LASERA, que foi um sucesso com repercussão internacional. Atualmente este evento se encontra na oitava edição.

Ao iniciar no grupo de pesquisa nossa postura como professores era tradicionalista e visava apenas o ensino de conceitos, na época ministrávamos a disciplina de Física para os cursos de Engenharia, e iniciamos nosso processo de indagações e preocupações com os altos índices de reprovação dos alunos, iniciamos um processo de autoavaliação e constatamos que estávamos ensinando a teoria desvinculada da prática, por isso os alunos tinham tanta dificuldade em aprender física e resolver exercícios e problemas com determinados níveis de assimilação e sistematização. Por causa disso, o índice de reprovação e desistência era alto (50%); nesse período, surgiram os seguintes questionamentos:

1. Como obter melhor resultado no ensino da Física?
2. Que estratégias de ensino poderiam ser utilizadas para que os alunos pudessem ficar estimulados e envolvidos no processo?
3. Qual o papel interdisciplinar do professor entre a Física e as disciplinas profissionais da Engenharia?
4. Em quais parâmetros curriculares da formação do engenheiro deveriam ser focadas a metodologia educacional?
5. Qual a importância do ensino da Física para a Engenharia?

Ao iniciarmos o mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia, investigamos e organizamos e implementamos uma proposta metodológica que teve como base fundamental o conteúdo de Física I, do curso de Engenharia da Universidade Nilton Lins. A organização foi conduzida de forma que cada tema a ser investigado fosse trabalhado em 5 momentos. São eles: (1) Discussão de Ideias e Conceitos, (2) Questões, Exercícios e Problemas, (3) Atividade Experimental, (4) Conclusão e Considerações e (5) Relatório da Atividade Experimental.

As principais ideias que fizeram parte da estrutura e da dinâmica da proposta em suas diversas etapas de operacionalização foram:

1. A construção do conhecimento pelo aluno, mediada pelo professor, através da interação experimento, teoria, resolução de problemas e cotidiano.
2. A formação de uma postura crítica, reflexiva e participativa frente as questões e problemas com que o aluno se defronta em seu campo de atuação profissional.
3. A explicitação dos saberes dos alunos a partir de questionamentos, de exercícios, da análise de situações problemas do seu cotidiano e do seu campo de atuação profissional e de fenômenos físicos reproduzidos em laboratório e ainda, a valorização de suas formas de pensar no processo ensino-aprendizagem.
4. A experimentação como um contexto importante na obtenção de informações e na produção de ideias que constituem uma das bases de apoio no processo da formação do saber.
5. O desenvolvimento, pelo aluno, da capacidade de análise e de interpretação dos resultados experimentais como auxiliares na evolução conceitual e na introdução de modelos teóricos e aos seus significados.

Como podemos observar esses momentos de interação inovaram as aulas tradicionais em diversos aspectos e assumiram funções diferenciadas no processo de ensino-aprendizagem. O que resultou numa melhoria no nível de conhecimento dos alunos e da pesquisadora que precisou aprender para ensinar a formação de novas habilidades e competências no processo de ensino-aprendizagem e também no desenvolvimento de um novo modelo de ensino, onde o aluno ao ingressar em um curso de Graduação, participa ativamente do processo de ensino aprendizagem, pois é exigido do mesmo um empenho para realizar pesquisas dentro e fora da sala de aula, debater seus conceitos com o professor e seus colegas, questionando, resolvendo problemas, aplicando equações, utilizando experimentações e identificando assim os objetivos da sua futura função de engenheiro.

Na época da pesquisa já estávamos direcionando o aluno para aprender fazendo, com mão na massa, pois os mesmos eram direcionados a elaborar sua pesquisa, com a finalidade de desenvolver habilidades que o ajudariam a seguir com mais facilidade a sua vida cotidiana e profissional.

Alfabetização Científica e Tecnológica ou Letramento Científico e Tecnológico

Pensando na educação como o resultado organizado de um sistema, então o primeiro processo ocorre no Ensino Fundamental, durante a Alfabetização Científica, que prepara os

alunos com os fundamentos que serão utilizados durante toda a vida acadêmica, profissional e civil.

Alfabetização Científica é um termo de caráter polissêmico, muito usado nas pesquisas do Ensino da Ciência, que surgiu com o propósito de elucidar o processo ensino-aprendizado durante os primeiros anos de escola, no ensino fundamental e como se vinculam o conhecimento das Ciências, das Técnicas e como estas são utilizadas para inventar as Tecnologias, e também como todo esse processo pode melhorar a adaptação do ser humano ao meio ambiente e na vida em sociedade (MILLARÉ, 2021).

Se pretendemos chegar a propor a abordagem educacional STEAM é porque acreditamos que todos os alunos foram alfabetizados em Ciências e usam as tecnologias como suporte a continuação deste processo. Isso porque, a era da globalização, da comunicação e da informação demandam uma Alfabetização Científica que inclua o uso otimizado dos conhecimentos científicos-tecnológicos, como nas necessidades diárias, que despertam o interesse dos alunos para profissionalização em setores industriais que usam alta tecnologia, como na Indústria 4.0.

Dando continuidade ao nosso processo de conhecimento observamos que uma grande parcela dos estudantes tinha acesso as informações atualizadas sobre o ensino da Física, através de variados meios como jornais, revistas, livros e principalmente via internet, seja no smartphone ou microcomputador. Para os alunos, o início de um curso universitário, provocava um choque de realidade ao cursar as primeiras disciplinas, cujo currículo é desatualizado e os professores não utilizam uma metodologia apropriada, de acordo com o momento tecnológico atual para ensinar as disciplinas de Física.

É consenso entre especialistas no ensino da Física, que há necessidade de mudanças para que esse ensino deixe de ser uma mera apresentação de conceitos e fórmulas e implemente nova metodologia, de forma que os estudantes motivados se engajem na construção de seus conhecimentos, investigando situações, coletando dados, levantando hipóteses, debatendo em busca de padrões que possam fazer sentido a sua estrutura cognitiva durante o ato de aprender e consigam ir muito além do óbvio, refletindo e retomando cada ação efetivada em busca do conhecimento (SASSERON, 2007; ROSA; ROSA, 2012).

Diante desses fatos identificados, iniciamos os estudos e discussões com o grupo de pesquisa Alternativas Inovadoras para o Ensino de Ciências na Amazônia (AIECAM), dando início a pesquisa qualitativa através de revisão de literatura sobre o impacto da inovação tecnológica disruptiva na educação do ensino de Física e as conseqüentes necessidades de

elaboração de novo currículo, que permita a inclusão de tecnologia digital utilizando o STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Design and Mathematics).

Em nossa pesquisa identificamos que a motivação e a criatividade são os fortes ingredientes catalizadores de cada inovação de sucesso e essa motivação pode ser extrínseca ou intrínseca e de tempos em tempos surgem às inovações com alta motivação extrínseca, que podem facilitar os trabalhos das escolas, mas essas precisam estar atentas a esses agentes motivadores, pois do contrário, o agente motivador irá atuar sobre os alunos e a escola não perceberá sua necessidade para o ensino, criando com isso um ambiente desmotivador.

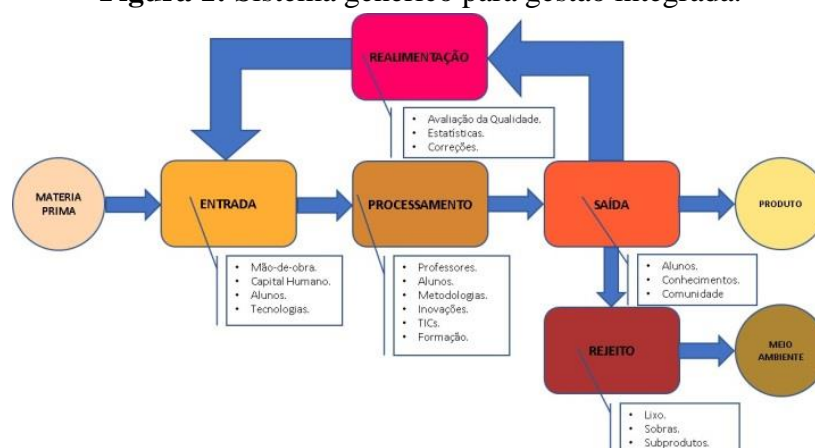
A inovação tecnológica disruptiva educacional acontece quando novas tecnologias provocam mudanças radicais através de uma revolução na estrutura educacional e destroem completamente o modelo curricular vigente, tornando obsoleta a metodologia e exigindo assim, a elaboração de novo currículo de acordo com os novos paradigmas.

Sistema de Gestão Integrada da Educação (SGIE)

Em nosso processo de investigação observamos que atualmente para alcançar melhores resultados educacionais, diversas escolas têm implementado um Sistemas de Gestão Integrada da Educação - SGIE, que fornece ferramentas para o planejamento, execução, monitoramento de resultados e análises de indicadores de desempenho dos estudantes (GODOY; MURICI, 2009; LIMA; MACHADO, 2016).

A Figura 1 mostra um sistema genérico para gestão integrada, que pode ser utilizado na gestão de um sistema educacional. Um sistema de gestão integrada é o resultado de uma organização sistemática, que interliga vários processos automaticamente para formar um conjunto com uma missão, visão e objetivo.

Figura 1: Sistema genérico para gestão integrada.



Fonte: Os autores.

O SGIE nos dias atuais é a melhor solução para organizar uma escola, sua estrutura é semelhante ao Planejamento de Recursos Empresariais - PRE. No entanto, o SGIE só é considerado completo, quando todos os seus processos estão interconectados por software, que além de automatizar os processos educacionais, também fornece as estatísticas necessárias para as tomadas de decisões gerenciais.

O software de PRE tem a capacidade de automatizar e integrar todos os processos operacionais em uma escola, propiciando uma comunicação rápida e eficiente entre todos os processos.

Se todos os departamentos de uma escola ou Universidade estiverem interconectados e automatizados, então ocorrerá a inserção e atualização constante das informações dentro de uma rotina educacional. Isso permite auxiliar o gestor nas tomadas de decisões, fazer convocações e comunicações com a rapidez e eficiência que somente um sistema integrado proporciona. Além disso, fornece a comunidade acadêmica um meio de obter informações e acessar uma biblioteca central.

O processo “**matéria-prima**” é constituído pelo aluno e sua família, quando ambos acessam o ambiente escolar na expectativa de ver mudanças para melhor, a partir de um estado inicial de conhecimento fundamental, para o estado consecutivo planejado e executado pela escola.

O processo “**entrada**” é o que recebe o aluno e orienta como serão suas atividades ao longo do seu tempo mínimo na escola, também realiza testes de avaliação preliminar para comparar sua evolução a cada semestre ou ano.

O processo “**processamento**” é o principal agente transformador de um estado inicial para o estado final, é onde se realiza as tarefas do ensino e aprendizagem de excelência, utilizando uma metodologia atualizada e adequada ao currículo.

O processo “**saída**” é onde se verifica a evolução parcial ou total dos alunos. Caso os alunos estejam de acordo com o planejado então se mantém o processo ensino-aprendizagem. Caso contrário, as informações seguem para o processo de “realimentação”, que verifica onde se encontram as falhas ou prováveis necessidades de atualizações e efetua as correções, procedendo as novas orientações a partir do processo de entrada. Em geral utiliza-se para o processo de realimentação o método do PDCA (FAVA, 2014).

O PDCA consiste em uma < [ferramenta do programa da qualidade](#) >, que se utiliza no controle de processos, com objetivo de identificar problemas e suas possíveis soluções. Sua aplicação consiste em quatro fases (CAMPOS, 1999):

- **P (plan: planejar):** seleção de um processo, atividade ou máquina que necessite de melhoria e elaboração de medidas claras e executáveis, sempre voltada para obtenção dos resultados esperados;
- **D (do: fazer):** implementação do plano elaborado e acompanhamento de seu progresso;
- **C (check: verificar):** análise dos resultados obtidos com a execução do plano e, se necessário, reavaliação do plano;
- **A (act: agir):** caso tenha obtido sucesso, o novo processo é documentado e se transforma em um novo padrão, ou no caso da educação a metodologia.

As setas em cor azul mostram as atividades de interconexões, que são realizadas nas escolas pelas tecnologias de informação, de automação, e interdisciplinaridade, todas elas são de importância crucial para se atingir o objetivo e sem elas não existe um sistema, mas apenas processos organizados.

Conforme Lima e Machado (2016), nos Sistemas de Gestão Integrada da Educação, a fase do “processamento” é a própria prática educativa que é entendida na percepção de Sacristán (2010), como uma ação do professor no espaço de sala de aula. E essa ação, segundo Zabala (2015), independentemente do nível em que é praticada, exige dos docentes um diagnóstico do contexto de trabalho, tomadas de decisões, atuação e avaliação das pertinências das atuações.

A estrutura dessa prática obedece a múltiplos determinantes, que tem sua justificação em parâmetros institucionais, organizativos, tradições metodológicas, possibilidades reais dos professores, dos meios e condições físicas existentes entre outros. Mas, a prática é algo fluido, fugidio, difícil de limitar com coordenadas simples e, além do mais, complexa, já que nela se expressam múltiplos fatores, ideias, valores, hábitos pedagógicos, etc. (ZABALA, 2010).

Para Libâneo (2013), a prática educativa não é apenas uma exigência da vida em sociedade, mas também o processo de prover os indivíduos dos conhecimentos e experiências culturais que os tornam aptos a atuar no meio social e a transformá-los em função de necessidades econômicas, sociais, políticas e tecnológicas da sociedade onde vivem.

Assim, por meio da ação educativa o meio social exerce influências sobre os indivíduos e estes, ao assimilarem e recriarem essas influências tornam-se capazes de estabelecer uma relação ativa e transformadora em relação ao meio social.

Segundo Zabala (2010), a prática pedagógica tem um antes e um depois que constituem as peças substanciais de toda prática educacional durante o processamento. O planejamento e a avaliação dos processos educacionais são uma parte inseparável da atuação docente, já que o que acontece nas aulas, a própria intervenção pedagógica, nunca pode ser entendida sem uma

análise que leve em conta as intenções, as previsões, as expectativas e a avaliação dos resultados, pois de acordo com ele:

Por pouco explícitos que sejam os processos de planejamento prévio ou de avaliação da intervenção pedagógica, esta não pode ser analisada sem ser observada dinamicamente desde um modelo de percepção da realidade da aula, onde estão estreitamente vinculados o planejamento, a aplicação e a avaliação (ZABALA, 2010, p.17).

Levando-se em consideração tais ideias, verificamos que o aprendizado significativo só será possível na prática se houver a acertada construção de um sistema de ensino, que demonstre claramente como a organização dos processos vai contribuir para apoiar o ensino-aprendizagem no desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos, ou seja: o que o aluno deverá ter desenvolvido ao final de uma unidade curricular ou disciplinar; a escolha de temas que atendam as expectativas do aluno de acordo com os conceitos; procedimentos e atitudes que devem aprender e praticar; como o professor irá propiciar tais feitos, utilizando uma metodologia adequada; e quais os instrumentos de averiguação serão utilizados para avaliar o aprendizado? Em outras palavras, como será realizado o feedback para identificar se os alunos realmente atingiram os objetivos propostos? Dessa forma, as práticas educativas, quando bem organizadas por um sistema educacional, permitem alcançar as metas planejadas.

Motivação: o agente com a maior capacidade de estimular o aprendizado

Para Christensen (2012) a motivação é o forte ingrediente catalizador de cada inovação de sucesso. De fato, é verdade, pois há muito tempo aprendemos que o ser humano assimila melhor aquilo que gosta e por isso tem motivação espontânea para aprender.

O autor classificou a motivação em extrínseca e intrínseca. A motivação extrínseca é a que vem de fora para dentro. Por exemplo, um aluno que gosta de jogar xadrez aprendeu a usar o microcomputador, estimulado pelo fato desse equipamento ter um software de xadrez onde pode praticar e aprender outras variáveis, ou seja, não que ele desejasse aprender a usar o microcomputador, mas um fator externo o motivou.

De acordo com Christensen (2012), a motivação intrínseca ocorre na pessoa, quando o aluno tem prazer para estudar e aprender, isso o impulsiona a fazer progressos rápidos no autoconhecimento, pois é uma atividade agradável e prazerosa. Alunos desmotivados tem mais dificuldade para aprender, ao passo que os alunos motivados absorvem o conhecimento mais rapidamente, facilitando o trabalho do professor, que não precisa de muito esforço para

transmitir novos conhecimentos a esses alunos, que também influenciam positivamente os grupos dos quais eles participam.

Se considerarmos que, nos dias atuais, ocorrem com alta frequência as inovações extrínsecas e que essas podem ser fatores de alta motivação para o ensino da física, então como as escolas devem proceder para usar esses agentes motivadores?

De tempos em tempos surgem as inovações com alta motivação extrínseca, que pode facilitar os trabalhos das escolas, mas essas precisam estar atentas a esses agentes motivadores, pois do contrário, o agente motivador irá atuar sobre os alunos, mas a escola não perceberá sua necessidade para o ensino, criando com isso um ambiente desmotivador.

A situação descrita anteriormente é verificada nos dias atuais, onde a escola não está atenta as mudanças, pois não possui um setor voltado para essa função e alguns dos professores permanecem alheios a essa realidade.

Um exemplo desta situação aconteceu, quando nosso grupo de pesquisa ofereceu através da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, um curso de Pós-graduação a nível de especialização para professores da rede pública estadual na cidade de Manaus, no ano de 2014, na época ministramos a disciplina de Física Computacional e mostramos aos alunos as inovações que poderíamos usar neste curso, o que foi bem recebido por todos. Combinando com eles a divisão do conteúdo em 30% teórico e 70% prático, mas surgiu um problema: não tinha laboratório, nem material e nem microcomputadores para realizar as práticas. Propusemos aos alunos que trouxessem seus próprios microcomputadores e juntássemos o recurso para comprar todo o material necessário para as aulas práticas.

Demonstramos em uma planilha que os investimentos eram baixos e que todos poderiam levar seu próprio laboratório de Física Computacional para casa e utilizar nas suas aulas. Assim o fizemos e todos ficaram muito satisfeitos com os resultados obtidos ao final, inclusive a coordenadora geral do curso, que recebeu retorno positivo dos próprios alunos.

A lição que aprendemos desse exemplo é que a alta motivação extrínseca estimula os alunos a aprenderem física e facilita o trabalho do professor e da escola, pois reduz a necessidade de ensinar o conteúdo de forma intrinsecamente motivadora, já que a simples apresentação desse conteúdo aliado a prática é suficiente. De acordo com Christensen (2012), os alunos, uma vez estimulados, acabam optando por dominar o tópico em função da pressão extrínseca.

Se, esses procedimentos educacionais produzirem os efeitos que se espera no processo ensino-aprendizagem, então as escolas precisam criar métodos intrinsecamente motivadores de ensino para catalisar as inovações.

Inovação Disruptiva

Na pesquisa realizada chegamos à conclusão que o impacto das inovações tecnológicas sobre as empresas, indústrias e escolas, é definido por um tipo específico de inovação que produz mudanças profundas, definida por Christensen (2012), como **Inovação Disruptiva**. Onde o termo “disrupção”, cunhado por ele mesmo, é usado para descrever inovações que provocam rupturas impactantes nos processos sistemáticos das empresas, indústrias e escolas, que em função da ruptura, passam a oferecer produtos mais acessíveis e criam mercados de consumidores, desestabilizando todos os segmentos das empresas que eram líderes no setor.

O conceito de inovação disruptiva não é novo e embora tenha sido cunhado por Christensen (2012), foi baseado nas ideias de Joseph Schumpeter, o economista austríaco, que ao final da década de 1930, criou a expressão “destruição criativa”, a fim de explicar o ciclo de negócios estabelecido. Também, foi muito bem abordado e explorado por Thomas Khun em 1962 (2017) na sua filosofia da ciência, quando afirmou não haver progresso por acúmulo gradual de conhecimentos e/ou experimentos, mas sim por disrupção na conhecida ciência normal. No entendimento de Khun, a ciência normal é cumulativa, mas uma revolução produzida por inovação disruptiva é uma quebra de paradigmas.

Nos dias atuais, a sociedade sente de perto as mudanças tecnológicas e está interessada em ver essas mudanças serem utilizadas nas escolas de seus filhos. Isso cria um fator de motivação extrínseca que sinaliza aos setores educacionais público e privado as necessidades de mudanças nos currículos.

Aprender a fazer as coisas funcionarem é um desejo antigo de muitos povos e está bem relatado na história da ciência, da física e da engenharia, com destaque para os pesquisadores que tiveram mais oportunidades. Na realidade, muitos trabalharam arduamente e prazerosamente em suas oficinas até alcançar o que estavam buscando. Esse tipo apaixonado de fazer acontecer está presente em praticamente todos os povos e os que o fazem no seu cotidiano são chamados popularmente de Makers.

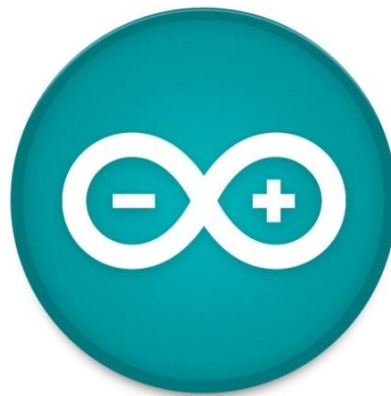
O movimento Maker explodiu por motivação extrínseca em 2005, mas já estava ocorrendo lentamente, através da soma de tendências que se uniram em algumas partes do

mundo para criar uma rede líquida e globalizada da informação, que fomentou um mercado de negócios promissor.

Dois fatos ocorridos no ano de 2005 foram decisivos para incentivar o movimento Maker: A criação da placa de prototipagem Arduino e a Edição da revista Make Magazine.

A criação da placa do Arduino ocorreu em meados do ano de 2005, na cidade de Ivre, na Itália. Na época o engenheiro e professor de eletrônica e programação Massimo Banzi queria ensinar aos seus alunos de design as noções de programação em computadores e eletrônica, para estimulá-los na criação de projetos de design interativo, através do desenho, arte, automação e robótica, muito usada hoje em dia na Internet e nos Apps para Smartphone.

Figura 2: Marca registrada do Arduino.



Fonte: (www.arduino.cc).

Entretanto, apesar de sua iniciativa em tentar ensinar programação aos seus alunos, que pouco entendiam de projetos eletrônicos, esbarrou na falta de placas de prototipagem que tivessem uma configuração satisfatória e fossem oferecidas a preços razoáveis.

Foi em razão deste aspecto, que os professores Massimo Banzi e David Cuartilles decidiram criar sua própria plataforma de prototipagem¹, ficando David responsável pela criação da linguagem de programação. Deste instigante projeto surgiu a placa de prototipagem do Arduino Uno.

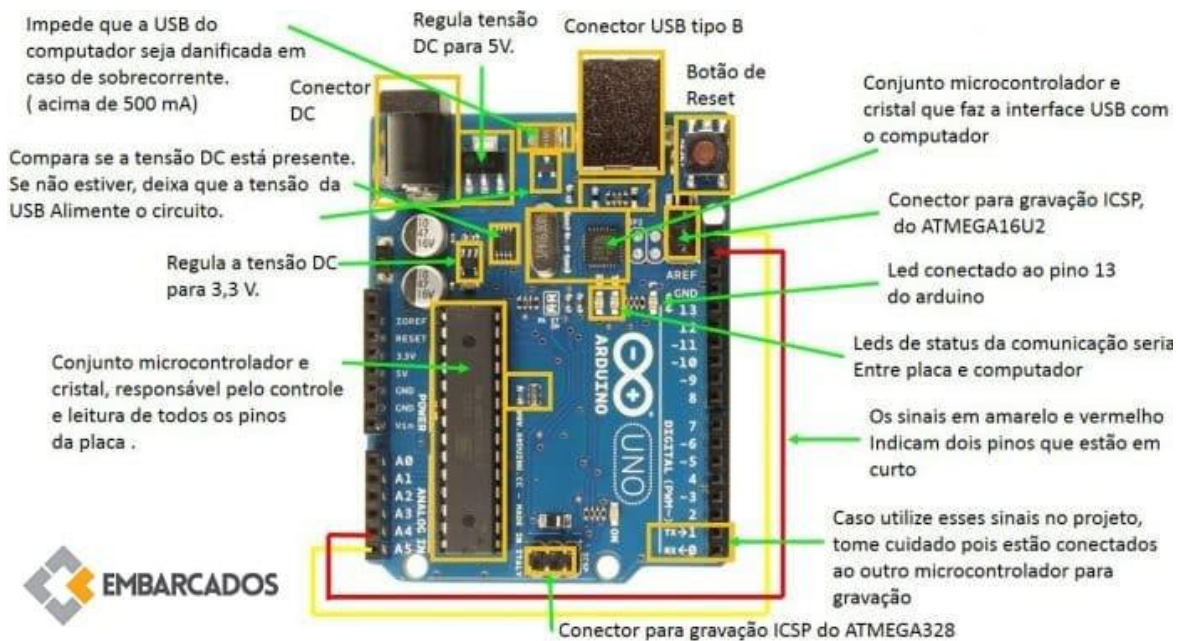
Quando o Arduino foi criado, teve rápida aceitação dos estudantes, pois era de fácil programação e de baixo investimento. Facilmente o Arduino atingiu seu auge em 2008, alcançando a incrível marca de 50 mil placas vendidas até o mês de outubro daquele ano, um recorde para a época. E a partir desse momento o Arduino difundiu-se entre os estudantes em todas as partes do mundo, tornando-se uma verdadeira febre tecnológica global.

¹ **PROTÓTIPO:** é um produto de trabalho em fase de testes; e **PROTOTIPAGEM** são as ações de trabalho que criam o protótipo.

Como todos os esquemas de hardware e código-fonte estão disponíveis gratuitamente sob licenças públicas no site < www.arduino.cc >, o resultado foi que o Arduino se tornou o mais influente hardware open-source dos últimos tempos.

O nome Arduino tem a ver com o lugar em que a plataforma de prototipagem foi criada, na cidade de Ivrea, região ao norte da Itália. Segundo dados históricos, por volta do ano 1002, o rei Arduin se tornou governante do país, tornando-se herói marcante, entretanto, dois anos depois acabou sendo destronado pelo rei Henrique II, da Alemanha. O professor Massimo Banzi, decidiu então homenagear a placa em memória do Rei Arduin < www.arduino.cc >.

Figura 3: Placa de prototipagem do Arduino UNO.



Fonte: < www.embarcados.com.br >.

A placa do Arduino é uma plataforma aberta (*open-source*) de prototipagem eletrônica com hardware e software, muito fácil de ser utilizada em desenvolvimento de projetos para física, eletrônica, automação e mecatrônica. Em outras palavras o Arduino é uma placa projetada com um microcontrolador Atmega, dotado de uma linguagem de programação padrão e terminais para entrada de sensores e botões e saída para acionar reles, contadores, motores, etc. O Arduino em si é uma plataforma de prototipagem destinada a designers, técnicos, engenheiros, estudantes e cientistas de várias áreas como: química, biologia, física, matemática e computação; que desejam projetar e desenvolver equipamentos funcionais e interativos.

Já os fundadores da revista Make Magazine, conhecida como a bíblia do movimento Maker, escolheram divulgar informações sobre as ações dos Makers em janeiro de 2005. Os

responsáveis são Dale Dougherty, Sherry Huss, e Dan Woods, juntamente com o apoio e incentivo de Tim o ' Reilly, que juntos lançaram a revista, primeiramente nos EUA.

Figura 4: Revistas e livros para Makers.



Fonte: < <https://makermedia.com/> >.

O movimento Maker é considerado uma Inovação Disruptiva de fortíssimo impacto na Educação, por promover mudanças profundas e benéficas no sistema de ensino e aprendizagem com uma mensagem que se tornou slogan: Do it Your Self (DIY) ou Faça Você mesmo. O aluno Maker é aquele com forte motivação intrínseca, aluno esse que todo professor quer ensinar, pois ama o fazer acontecer, à inovação tecnológica, tem criatividade e aprende rapidamente. Da mesma forma, os Tinkers, são os educadores, pais e profissionais comprometidos com os processos educacionais, ou seja, todos estão incluídos, porque somos todos fazedores (ANDERSON, 2013).

O desenvolvimento tecnológico continuou acelerado e na esteira da explosão do movimento Maker, seguiu-se a criação da Internet das Coisas (Internet of Things, IoT), que é uma rede composta de espaços e objetos físicos, veículos, prédios e outros que possuem tecnologia embarcada² e utilizam sensores e atuadores controlados através da internet, que é o meio por onde ocorre a transmissão e/ou recepção dos dados para monitorar as informações a distância (BRUNO, 2017; OLIVEIRA, 2017; STEVAN Jr., 2018).

A Internet das Coisas (IoT) emergiu dos avanços de várias áreas como: Sistemas de Controle; Eletrônica; Mecânica; Microeletrônica; Mecatrônica e Telecomunicação. Os investimentos destinados para essa área são vultuosos, na faixa de bilhões de dólares, consolidando a tendência de estabelecer um marco com a criação da Indústria 4.0, com enorme potencial de crescimento.

² **EMBARCADO:** é um sistema composto de hardware e firmware embutidos, cujo microcomputador é completamente encapsulado para trabalhar exclusivamente com uma única função (escravizado), ou seja, dedicado ao controle de dispositivos ou processos específicos. Por exemplo, no controle de sistemas de: carro, semáforo, avião, helicóptero, etc.

A Indústria 4.0, também chamada a quarta revolução industrial (GILCHRIST, 2016; STEVAN Jr., 2018), convergiu várias tecnologias emergentes da Automação Industrial com a Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Mecatrônica e Robótica, que em conjunto potencializam um novo segmento industrial. É atualmente um dos tópicos mais discutidos entre os profissionais e acadêmicos nos países industrializados e o interesse é duplo: Primeiro, por ser a primeira vez que uma revolução industrial não é observada e prevista a priori, constituindo-se assim, uma inovação disruptiva não observada *ex-post facto*³, que abriu novas oportunidades para empresas, indústrias, institutos de pesquisa e escolas. Em segundo lugar, o impacto econômico dessa revolução industrial, supõe-se que será profundo, prometendo maior eficácia operacional bem como o desenvolvimento de modelos de negócios, serviços e produtos inovadores. Um estudo recente estima que esses benefícios terão contribuído com cerca de 78 bilhões de euros para o PIB alemão até o ano de 2025, por isso a Indústria 4.0 está se tornando uma prioridade para muitos centros de pesquisa, universidades, e empresas nos últimos três anos (HERMANN, *et al.*, 2015; ANDERSON, 2013).

Esses fatos em conjunto provocaram inovação disruptiva na educação até ao ponto de se estabelecer um marco que está sendo chamado de Educação 4.0.

A Educação 4.0 (FRERICH, *et al.*, 2016), é consequência direta do movimento Maker, IoT e da Indústria 4.0, que nos remete a refletir sobre o impacto da inovação disruptiva na educação, causado por todo desenvolvimento recente que estamos presenciando, cujos efeitos já são percebidos pela sociedade, alunos e professores.

Será que as escolas estão percebendo as notáveis mudanças? Os gestores estão preparando as escolas e os alunos para o mundo que vão encontrar quando saírem da escola? Como será este mundo? Será que as profissões serão as mesmas? Será que as habilidades e competências que ensinamos hoje vão suprir as necessidades destes futuros profissionais? (CARON, 2017).

O centro de pesquisa do Grupo Positivo (CARON, 2017) realizou pesquisas para responder as perguntas formuladas no parágrafo anterior e estabeleceu alguns conceitos para Educação 4.0, que reformulam a maneira como lidamos e pensamos sobre o trabalho e a educação nos dias atuais:

1. A conectividade global facilita o acesso ao conhecimento;
2. Os equipamentos utilizam inteligência artificial (AI), IoT e robótica;

³ EX-POST FACTO: é uma pesquisa ou ocorrência que foi realizada após o fato ocorrido.

3. O Big Data fornece os dados para Machine Learning e Deep Learning, facilitando as correlações e cruzamento de informações;
4. A inovação tecnológica muda rapidamente os equipamentos utilizados no cotidiano das empresas e deveriam se fazer presentes nas escolas;
5. A escola precisa se adaptar mais rapidamente as mudanças por inovação e incluir nos currículos as novas habilidades e competências.

Conforme dados apresentados no relatório The Global Summit 2017, o futuro da educação mundial, também chamada de Educação 4.0, baseia-se no conceito de Learning by Doing, ou seja, Aprender Fazendo, ou Do It Your Selt, Faça Você Mesmo. Esses conceitos trazem a ideia de que todos nós, professores e alunos, vamos aprender coisas diferentes e de maneiras diferentes, por meio de experiências, projetos, testes e muita ‘‘mão na massa’’ ‘‘hands on’’.

E, para transformar todas essas inovações e práticas em realidade nas salas de aulas é necessária uma abordagem educacional que oriente a execução padronizada do processo de ensino e aprendizagem: O STEM / STEAM.

A Abordagem Educacional STEM / STEAM

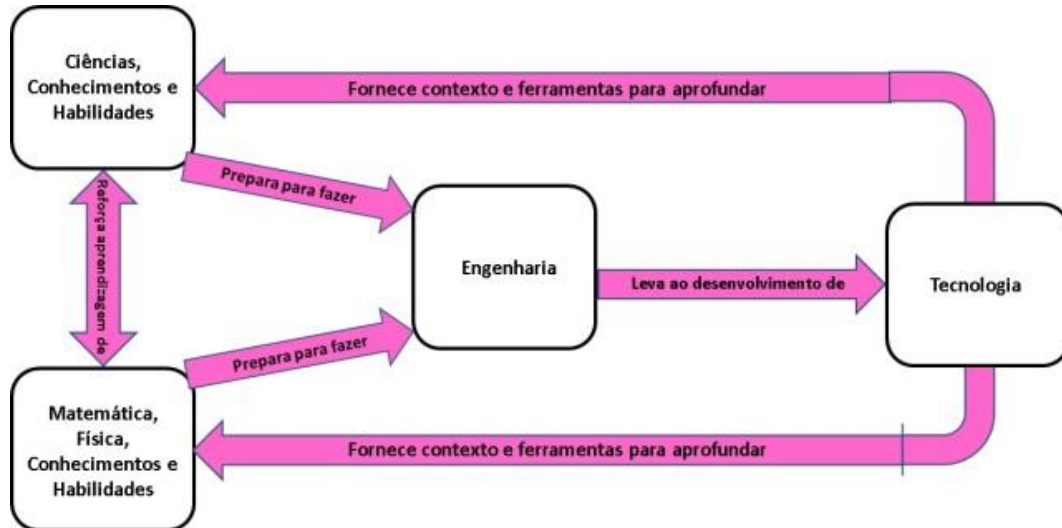
O acrônimo STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) foi criado em 2001 por Judith A. Ramaley, da National Science Foundation (NSF), como abordagem que padroniza a integração da ciência, tecnologia, engenharia e matemática nos currículos educacionais norte-americanos. Ramaley definiu STEM como uma abordagem educativa, cuja didática estimula os alunos a resolverem problemas do mundo real, através da criação de oportunidades com base na inovação.

O STEM foi desenvolvido como uma resposta ao desempenho relativamente baixo dos estudantes norte-americanos em exames padronizados para matemática e ciências no ensino fundamental e matemática e física no ensino médio (K-12), bem como suprir as necessidades de reduzir o declínio das matrículas nas universidades (WATSON; WATSON, 2013).

A Figura 5 mostra o fluxograma da interação interdisciplinar entre os processos STEM, onde o conteúdo aprendido no ensino fundamental é a base para o ensino médio e esses são a base para o ensino universitário, que por sua vez constrói o alicerce para transformação de técnicas em tecnologia. É importante destacar que o STEM necessita das Metodologias Ativas para implementar um forte sistema educacional, fortalecendo os conceitos teóricos através de

práticas em ambiente multidisciplinar, de forma tal, que nenhuma teoria deve ser ensinada se não puder ser praticada.

Figura 5: Modelo interdisciplinar STEM.



Fonte: traduzido de WATSON; WATSON, 2013.

As disciplinas STEM exigem talento artístico para garantir que o design final agrade à estética das expectativas dos consumidores quanto aos produtos criados para o mercado comercial. A Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS) definiu engenharia como: “o uso da criatividade e da lógica, baseada em matemática e ciências, utilizando tecnologia como um agente de ligação para criar contribuições para o mundo”.

No cotidiano fabril, os engenheiros aplicam um espectro de atividades em desenvolvimento de novos produtos, através da exaptação de vários conhecimentos que são interligados de forma criativa, para resolver um problema funcional e também escolher um padrão de cores e formas com sensibilidade artística. Os novos produtos criados passam do design conceitual à engenharia funcional, onde o foco está na entrega de um produto de qualidade consistente com os melhores padrões esperado pelos consumidores. Essas atividades desenvolvidas na produção, que valorizam em grau decrescente a exaptação, integram o pensamento criativo de forma livre e são descritas a seguir (WATSON; WATSON, 2013):

- **Criatividade:** Esta atividade envolve o ato de produzir novas ideias, abordagens ou ações sem levar em conta a praticidade ou a implementação. O sucesso é medido pelo número de novas ideias.

- **Invenção:** São as ideias que definem as soluções práticas para criar novo dispositivo, composição, gadgets⁴ ou processo, que não existia anteriormente e são explorados de forma imaginativamente sutil. As invenções podem ser derivadas de trabalhos pré-existentes (evolutivos), ou podem ser concebidas de forma independente (revolucionário ou avanço radical).
- **Inovação:** São as ideias executadas na prática, que resolvem os problemas e melhoram o desempenho do funcionamento de equipamentos. Isso envolve o processo de melhorias através da criatividade, que descobre novas formas de uso para tecnologias existentes, ou uma nova maneira de fazer ou produzir tecnologias convergentes.
- **Engenharia:** É a transformação do conhecimento técnico e tecnológico em produtos ou serviços, através da criação, do planejamento, da execução do projeto e da implementação dos recursos e funções com o menor custo total, incluindo as previsões de falhas que possam ocorrer durante o processo produtivo.
- **Controle de Qualidade:** É a avaliação realizada na saída do processo de produção, cujo objetivo principal é garantir que o processo funcione de acordo com o projeto e caso não esteja, então são executadas as correções no processo de realimentação.

Os currículos e metodologias elaborados com base no STEM incorporam as inovações tecnológicas e as ementas das disciplinas preveem aprendizagem em atividades de execução de protótipos em laboratório. Por exemplo, os estudantes podem aprender álgebra e física para construir robôs, ou aprender geometria, física e biologia para construir uma estufa controlada automaticamente.

Todas essas tarefas, no entanto, adotam uma abordagem teórico e prática, mas com forte ênfase no Faça Você Mesmo (DIY), ou seja, o foco está no aluno executando e compreendendo o que faz. Em outras ocasiões, entretanto, os projetos podem incorporar elementos de design para combinar função e forma. É neste momento que os educadores consideram a importância da “arte” como um componente curricular imprescindível para desenvolver a capacidade criativa dos estudantes (WATSON; WATSON, 2013).

Com a inclusão das disciplinas de Arte e Desenho ao currículo, passamos a ter o STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Design and Mathematics), cujo objetivo agora é integrar a ciência, tecnologia, engenharia, arte & desenho e matemática; que além de ensinar as técnicas e tecnologias, também pavimenta as condições para o desenvolvimento e

⁴ **GADGET:** ou gizmo, é uma gíria tecnológica sobre um equipamento complexo criado para facilitar uma função específica e útil no cotidiano. Por exemplo: dispositivos eletrônicos portáteis ou móveis.

aprimoramento da criatividade, da visão estética de forma e conteúdo, da sensibilidade ao contorno e harmonia das cores, da musicalidade e da pintura.

O STEAM utiliza laboratório com espaço Maker: “todos juntos e misturados”; visando socializar recursos materiais e intelectuais para estimular relacionamentos cooperativos, onde os alunos dialogam entre si na busca de soluções para os desafios de aprender fazendo, com a orientação dos professores.

Segundo Bacich e Moran (2017), no cenário norte-americano, a utilização da abordagem STEAM em sala de aula foi, no princípio, organizada e realizada na forma de programas extracurriculares de tecnologia educacional, geralmente voltados para as séries iniciais da educação básica. Com o passar do tempo, essa atividade extracurricular se revelou eficaz para o ensino e foi integrada ao currículo escolar como uma possibilidade de mudança para o ensino de ciências, através das práticas e suportada por metodologias ativas.

Transformar o currículo de ciências, originalmente organizado nas disciplinas de física, química e biologia, em uma proposta com base no trabalho por projetos interdisciplinares pautado no STEAM representou um grande desafio para as escolas norte-americanas, uma vez que as transformações necessárias envolvem a compreensão sobre o sistema de ensino e sua organização. Optar por uma mudança curricular requer pesquisa, investimentos e, principalmente, reflexões e transformações nas concepções sobre os processos de ensino e aprendizagem e foi isso que os norte-americanos realizaram com alto investimento.

As mudanças significativas que estão em curso no contexto atual exigem novas práticas educacionais. Além disso, busca-se associar a formação acadêmica à formação pessoal, por meio do desenvolvimento intelectual e moral, em um ambiente em que a escola é entendida como espaço de construção do conhecimento e de efervescência cultural.

Diante disso, uma nova organização da matriz curricular, que inclui o STEAM, é proposta como alternativa à organização tradicional do ensino em que as aulas práticas permanecem fragmentadas nas disciplinas de física, química e biologia. Com base no trabalho por projetos interdisciplinares e agora integrando as artes às ciências, matemática e engenharia, o STEAM foi planejado para ser implementado em laboratórios multidisciplinares, na forma de espaço Maker, cujo conteúdo está em diálogo com os conceitos abordados nas aulas teóricas.

É objetivo da Educação STEAM o estímulo ao desenvolvimento da criatividade como uma estratégia didática, para que o aluno amplie sua capacidade de correlacionar saberes, aumente os subsunçores, amplie a capacidade de imaginar e expandir ideias originais e ganhe autoconfiança para realizar sozinho as tarefas, resolver problemas e acreditar que seja capaz de

solucionar os desafios que lhe serão impostos ao longo de toda sua vida. O conjunto desenvolvido da capacidade artística do aluno o faz mais otimista e libera sua capacidade de se arriscar e inovar em qualquer campo do conhecimento.

Aprendizagem Significativa e Criatividade

A criatividade estimula as boas ideias e facilita a ligação de determinados conhecimentos na busca de solucionar problemas. Isso é o que nos mostra Roberts (2012) em seu livro: *Fazendo as Coisas se Moverem*; que na realidade é um livro sobre como se usa as técnicas da disciplina de Física para construir qualquer ideia e não importa que área do conhecimento você tenha mais habilidade, pois segundo a autora é possível ensinar qualquer coisa para qualquer pessoa motivada. A lição que aprendemos neste livro é que a criatividade também estimula as boas ideias. Mas, de onde vem as boas ideias?

Segundo Johnson (2011), alguns ambientes sufocam novas ideias; outros parecem gerá-las sem esforço. A cidade e a web são motores de inovação desse tipo, por razões históricas complexas, ambas são ambientes poderosamente propícios à criação, à difusão e à adoção de boas ideias. Nenhum dos dois é perfeito, de maneira alguma. Mas tanto a cidade quanto a web possuem um inegável histórico em matéria de geração de inovação e são espaços amplos, por isso foi necessário simplificar para sete padrões, na busca do método e quanto mais abraçarmos esses padrões – em nossos hábitos de trabalho e hobbies pessoais, em nossos ambientes de trabalho, no projeto de novas ferramentas de software –, mais capazes seremos de explorar nossa extraordinária capacidade de pensamento inovador. Os sete padrões são:

- **Possível adjacente:** algumas pessoas têm ideias científicas brilhantes, que não se realizam no seu tempo por não existir tecnologia para construí-las, mesmo assim é preciso acreditar que existirá um possível adjacente para realizar tais ideias e para ajudar a compreensão deste padrão o autor cita Charles Babbage, que projetou no século XIX a primeira máquina analítica, antecipando a estrutura básica dos computadores atuais. Outro exemplo é dos criadores do YouTube -Chad Hurley, Steve Chen e Jawed Karim- que construíram uma plataforma de compartilhamento de vídeos com sede em San Bruno, criado em 2005. Caso eles tivessem essa ideia em 1995, ela teria sido um fiasco, porque nos primórdios da web um site para compartilhamento de vídeos não estava no seu possível adjacente.
- **Rede líquida:** uma nova ideia pode surgir de uma rede de células explorando o possível adjacente de conexões que elas podem estabelecer na nossa mente. Por exemplo, os

neurônios se comunicam de maneiras diferentes, formando redes distintas, através das quais as ideias fluem através dessas redes criativas. Assim, uma rede líquida, cria um ambiente mais promissor para o sistema explorar o possível adjacente e novas configurações podem emergir por meio de conexões aleatórias formadas entre as moléculas, mas o sistema não é tão instável a ponto de destruir num instante as próprias criações. Com base nesses conceitos foi desenvolvida a Rede Neural que suporta a Inteligência Artificial (IA).

- **Intuição lenta:** uma boa ideia pode surgir de uma intuição, que fica armazenada por um determinado tempo e lentamente vai tomando forma (cria um subsunçor), quando há conexões de fatos navegando na rede líquida, que não parece óbvio no primeiro momento, mas no possível adjacente se torna real. O autor cita o exemplo do agente do FBI Ken Williams que suspeitou do comportamento de emigrantes orientais e alertou seus colegas da possibilidade de estarem tramando algo prejudicial para os USA, meses antes do atentado de 11 de setembro, mas não foi levado a sério e o resultado é o desastre que todos conhecemos.
- **Serendipidade:** é um lampejo criativo que completa uma intuição ou abre uma porta para o possível adjacente que não havíamos percebido antes. Isso acontece quando estamos em busca da solução de um problema, por exemplo durante o sono, ao acordar, vem a solução de estalo. A serendipidade requer colisões e descobertas improváveis, mas também algo em que ancorá-las, caso contrário, nossas ideias são como átomos de carbono ao colidirem a esmo uns com os outros na sopa primordial, sem jamais formar os anéis e treliças da vida orgânica.
- **Erro:** esse é um conceito bastante conhecido, onde através da persistência ignoramos todas as falhas de nossas ideias e perseguimos a solução a despeito de todas as dificuldades e por tentativas conseguimos chegar na solução do problema.
- **Exaptação:** termo cunhado pelos paleontólogos Stephen Jay Gould e Elisabeth Vrba para referir-se à utilização de uma estrutura ou de um traço para uma função diferente daquela que surgiu por seleção natural. Johnson (2011) destacou essa palavra como um notável recurso utilizado na educação para identificar o nível de criatividade dos alunos para fazer conexões dos saberes, que a princípio não fazem sentido na mente de uma pessoa comum, mas na mente criativa, rica de subsunçores, gera soluções.
- **Plataformas:** o intercâmbio aberto e multidisciplinar das ideias é uma das condições que estabelece o terreno fértil para as ideias fluírem através das redes, é a esse

emaranhado de intuições que Johnson chama de plataforma. Os ambientes Makers são plataformas ideais para estimular a solução de problemas.

Criando uma Metodologia Intrinsecamente Motivadora do Ensino da Física

Continuamos nossa pesquisa sobre a inovação e a Educação STEAM e nos apoiamos nos ensinamentos de Khun (1962) e Christensen (2012) para definirmos os passos para implementar o STEAM nas escolas.

1. Realizar formação continuada para os professores;
2. Fortalecer a interdisciplinaridade e o trabalho em equipe;
3. Considerar que a inovação disruptiva tecnológica é um novo marco, que estabelece novos paradigmas, e por isso há necessidade de escrever novo currículo;
4. Criar uma disciplina “coringa”, que possa absorver as mudanças tecnológicas com rapidez;
5. Implementar a Educação STEAM, com base nas novas tecnologias e focada nas necessidades dos alunos.

Adotar as estratégias do movimento Maker que é

1. Transformar as salas em laboratórios, ou sala + laboratório, estimulando o trabalho em grupo, para que os alunos estudem e pratiquem, otimizando assim, o espaço e estimulando a motivação intrínseca;
2. Estimular os alunos a adquirir o próprio material para usar em casa e disponibilizar os mais caros no laboratório da escola;
3. Incentivar os alunos a construir experimentos com base nos exercícios realizados, tanto na escola, como em casa;
4. Direcionar as atividades dos alunos com o uso de softwares simuladores;
5. Publicar e divulgar os resultados na escola, nas redes sociais com muita festa e alegria, premiando todas as equipes que atingiram os objetivos;
6. Participar do movimento Maker nacional e internacional;
7. Coletar dados e informações e analisar os resultados. Publicando artigos e trocando informações constantemente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa participação no grupo de pesquisa AIECAM foi fundamental para nosso desenvolvimento como docentes e como pesquisadores, destacamos a importância e a valorização da participação em grupos de pesquisa para que isso reflita em sua formação e no desenvolvimento de pesquisas.

Destacamos também que o desenvolvimento deste capítulo nos propiciou a possibilidade de refletirmos sobre nosso papel no grupo e nos levou a realizar um balanço de todos os anos que estudamos, discutimos e realizamos eventos através do grupo de pesquisa AIECAM.

Nestas pesquisas nos detivemos em analisar as causas e consequências dos problemas que afetam o processo do ensino-aprendizagem da Física e verificamos que o aprendizado significativo só será possível na prática se houver a acertada construção de um SGIE, cujos processos integrados, trabalhem sincronizados para alcançar o ensino de excelência, desenvolvendo as habilidades e competências necessárias para a formação humana, social e técnica dos alunos. Esse sistema deverá ser automatizado e flexível para permitir mudanças necessárias por realimentação constante através do PDCA.

As análises dos problemas internos nas escolas não são as causas principais do baixo nível de aprendizado da Física, mas, quando estão associadas a falta do sistema de gestão escolar, tornam inviáveis qualquer esforço para superar as dificuldades e mascaram as reais causas dos problemas.

Por outro lado, as análises dos problemas externos demonstraram que as inovações tecnológicas são os motores de mudanças que motivam o setor educacional a crescer, melhorar e se adaptar à realidade do que está ocorrendo no mundo. E essas motivações são os fortes ingredientes catalisadores de cada inovação de sucesso, onde a motivação externa cria uma zona de pressão, capaz de provocar mudanças em vários setores simultaneamente e estimular a motivação interna que mobiliza as equipes de especialistas a produzirem novas soluções para adaptarem seus sistemas pedagógicos e andragógicos as novas condições. Se existirem motivações externas e a escola não tiver o sistema de gestão, então não perceberá as mudanças e conseqüentemente ficará atrasada no tempo e no espaço.

Concluimos que, a Inovação Disruptiva na Educação é uma revolução na estrutura educacional, que promove uma ruptura na pedagogia e andragogia, através da introdução de novas tecnologias que estimulam a motivação extrínseca e são aceitas de imediato pela

sociedade por terem baixo custo, simplicidade, mobilidade, conveniência e acessibilidade, por todas as classes sociais.

E, caso essas mudanças não sejam incorporadas ao currículo dentro de determinado tempo, continuaremos repetindo os procedimentos errados e citados anteriormente, como sendo as causas de um ensino de baixa qualidade, cujos alunos reclamam que não gostam e conseqüentemente não aprendem, criando assim, um ciclo vicioso, onde alunos com má formação retornam como professores e perpetuam o grupo do “baixo clero”⁵.

Atualmente época que vivemos sofreu inovação disruptiva educacional em 2005, com a chegada do movimento Maker, IoT e Indústria 4.0, provocando uma revolução na estrutura educacional e uma ruptura na pedagogia e andragogia, através da introdução de novas tecnologias que sugerem a necessidade de revisão no currículo e na metodologia do ensino da física.

Em resposta a essas mudanças surgiu a Educação 4.0, com o objetivo de se tornar o novo paradigma educacional, que inclui linguagem computacional, inteligência artificial, automação, internet das coisas (IoT) e contempla o aprender como fazedor (Learning by doing) e o faça você mesmo (Do it your self), por meio da experimentação, projetos e mãos na massa (Hands on).

Junto a todas essas mudanças surge as metodologias ativas, da qual faz parte a STEAM, cujo objetivo principal é integrar a ciência, tecnologia, engenharia, arte & desenho e matemática. Essa metodologia prevê maior intensidade nas atividades práticas do ensino da Física, desde o ensino fundamental até a universidade, com a utilização da disciplina de Artes integrada as técnicas e tecnologias, para o desenvolvimento e aprimoramento da criatividade, da visão estética de forma e conteúdo, da sensibilidade ao contorno e harmonia das cores, da musicalidade e da pintura. Acreditamos que o ensino da Física teórica aliada a prática, estimula a criatividade através da motivação intrínseca, tornando-se seguramente uma estratégia didática, para que o aluno amplie sua capacidade de correlacionar saberes, aumente os subsunçores, amplie a capacidade de imaginar e expandir ideias originais, ganhando assim, autoconfiança para realizar sozinho as tarefas, resolver problemas e acreditar que seja capaz de solucionar os desafios que lhe serão impostos ao longo de toda sua vida.

⁵**Baixo Clero:** termo cunhado pelo professor Edmundo Campos em seu livro: “A Sinecura Acadêmica: a ética universitária em questão” (1988).

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, Makers. **A Nova Revolução Industrial**. São Paulo: Elsevier, 2013.
- ARAÚJO, M. S. T., ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo v.25, n.2, abr.- jun. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2015.
- BACICH, Lilian e MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BRUNO, P. dos Santos, *et al.*, **Internet das Coisas: da teoria à prática**. Belo Horizonte: UFMG, 2017.
- BUSTAMENTE, Luísa. A Equação não Fecha. **Revista Veja**, Editora Abril, ed. 2577, ano 51, n. 15, de 11 de abr. 2018.
- CAMPOS, Edmundo C. **A Sinecura Acadêmica: a ética universitária em questão**. São Paulo: Vértice, 1998.
- CAMPOS, Vicent Falconi. TQC: **Controle da Qualidade Total**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- CARON, Aline. **A Educação 4.0 já é Realidade**. Curitiba: Positivo, 2017.
- CHRISTENSEN, Clayton M. **Inovação na Sala de Aula: como a inovação disruptiva muda a forma de aprender**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- HERMANN, Mario; PENTTEK, Tobias e OTTO, Boris. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: a literature review**. Munique: Technische Universität Dortmund, 2015.
- IDados. Disponível em: < <http://idados.org.br/> > Acesso em: 15 mai. 2018.
- FAVA, Rui. **Educação 3.0**. São Paulo: Saraiva, 2014.
- FERNANDES, Waldir Algartes. **O Movimentos da Qualidade no Brasil**. Inmetro: São Paulo, 2011.
- FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. 3. Reimp. Buenos Aires: Ediciones Clíhúe, 2005. p. 256.
- FRERICH, Sulamith; MEISEN, Tobias; RICHERT, Anja; PETERMANN, Marcus; JESCHKE, Sabina; WILKESMANN, Uwe; TEKKAYA, A. Erman. **Engineering Education 4.0**. Alemanha: Springer, 2016.
- GODOY, Maria Helena Pádua Coelho de. MURICI, Izabela Lanna. **Gestão Integrada da Escola**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2009.
- GILCHRIST, Alasdair. **Industry 4.0: The Industrial Internet of Things**. Tailândia: Apress, 2016.

JOHNSON, Steven. **De onde vêm as Boas Ideias**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

KUHN, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 13ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2013.

MACHADO, V. **Problemas geradores de discussões: uma proposta para a disciplina de Física nos cursos de engenharia**. Dissertação de Mestrado. Ponta Grossa. 2009.

MANKIW, N. Gregory. **Introdução à Economia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

MILLARÉ, Tathiane, *et al.*, **Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

NASSAR, A. B. ALMEIDA, J. F. BASSALO, J. M. **A Física e os Novos Rumos da Engenharia na Amazônia**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 30, nº.1, setembro, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci>. Acesso em: 14 jul. 2015.

MOREIRA, M. A.; PINTO, A. O. **Dificuldades dos Alunos na Aprendizagem da Lei de Ampere, a Luz da Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 3, setembro, 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n3/a09v25n3.pdf>.> Acesso em: 18 jul. 2015.

OCDE Brasil. Disponível em: < <http://www.oecd.org/brazil/> >. Acesso em 15 mai. 2018.

OLIVEIRA, Sergio de. **Internet das Coisas: com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi**. São Paulo: Novatec, 2017.

ROBERTS, Dustyn. **Fazendo as Coisas se Moverem: invenções do tipo “faça você mesmo” para hobistas, inventores e artistas**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2012.

ROSA, C. W. ROSA, A. B. **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais**. Revista Ibero-americana de Educação, v. 58, n. 2, p. 1 – 24. 2012.

SACRISTÁN, Gimeno. **O Currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na reestruturação do ensino da Física**. In: Carvalho, A. M. P. *et al.*, (Orgs.). São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SOUZA, J. G. P; SOUZA, M. R. C e KALHIL, J. B. **História da Física: considerações sobre a importância na formação dos professores de Física**. Educação e Sustentabilidade na Amazônia. LBP. 2015.

SOUZA, M. R. C e KALHIL, J. B. **Contribuições do Ensino da Física na Formação do Engenheiro Civil**. Tese de doutorado. Manaus: UEA, 2016.

STEVAN Jr., Sergio Luiz. **Internet das Coisas: fundamentos e aplicações em Arduino e NodeMCU**. São Paulo: Érica, 2018.

STEVAN Jr., Sergio Luiz; LEME, Murilo Oliveira; SANTOS, Max M.D. **Indústria 4.0**. São Paulo: Érica, 2018.

WATSON, Andrew D. e WATSON, Gregory H. **Transitioning STEM to STEAM: Reformation of Engineering Education**. Journal for Quality and Participation, v. 36, p. 1-4, 2013. Disponível em: <http://asq.org/quality-participation/2013/10/bonus-article-transitioning-stem-to-steam-reformation-of-engineering-education.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Artmed, 2010. Porto Alegre.

CAPÍTULO VI

METODOLOGÍAS ACTIVAS Y EL MODELO STEAM PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

César Eduardo Mora Ley^{*}
ceml36@gmail.com.

Josefina Barrera Kalhil^{**}
josefinabk@gmail.com.

Membros do grupo de Pesquisa AIECAM

INTRODUCCIÓN

En nuestros días la Educación en Ciencias, es una disciplina que engloba diferentes propuestas de modelos y metodologías desarrolladas a lo largo de los años con el fin de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en todos los niveles educativos (CALLAHAN; DOPICO, 2016). Desde mediados del siglo pasado, diversos organismos educativos tales como asociaciones, universidades, institutos de investigación, etc., han promovido diversas actividades en el mundo relacionadas con lo que se conoce como Metodologías Activas para mejorar la enseñanza de las ciencias.

^{*} Doctor en Ciencias de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa – UAM Iztapalapa.

^{**} Doctora en pedagogía por la Universidad de la Habana - UH.

Sin embargo, tal como señalaron Voelker *et al.*, (2006), no podemos decir que la Educación en Ciencias se trata de un problema trivial, en el cual basta utilizar alguna metodología exitosa para poder obtener los mejores resultados del aprendizaje después de su aplicación, ya que el problema educativo es muy complejo y de grandes implicaciones sociales, y más cuando intervienen conceptos asociados con el lenguaje matemático (YEO; GILBERT, 2022).

Por consiguiente, podemos preguntarnos ¿cuál es la mejor metodología para la enseñanza de las ciencias? ¿Se deben descartar algunas metodologías por estar desactualizadas? ¿Cómo resolver el problema de los logros de investigación educativa y su no inclusión en la enseñanza en el aula? Estas son solo algunas preguntas que permanecen sin una respuesta definitiva, y que sin embargo, pueden ser abordadas desde una perspectiva variada pero considerando los logros y avances obtenidos del Aprendizaje Activo de las ciencias, disciplina que es muy versátil y de fácil aplicación. En este capítulo pues, mostramos algunas de las metodologías más exitosas de la actualidad, no nos hemos enfocado a realizar un recuento global de las mejores propuestas, ya que el espacio nos limita y el objetivo principal es mostrar qué es lo que está funcionando en la actualidad.

Por otro lado, tenemos la reciente aparición de la educación STEAM, desarrollada en Estados Unidos y que es parte de la nueva Revolución Industrial, la cual está ligada al internet y a las cosas, a la educación que utiliza tecnologías innovadoras para el desarrollo económico y el bienestar social, esto es, la Educación 5.0.

El contenido del capítulo está organizado de la siguiente forma, en la Sección II abordamos la importancia de las Metodologías Activo de enseñanza de las Ciencias, y se describen brevemente las Clases Demostrativas Interactivas, así como el método de proyectos. En la Sección III, tratamos la descripción del Modelo STEAM de enseñanza, y la metodología de aprendizaje por descubrimiento. En la sección IV, se menciona el laboratorio como estrategia de enseñanza, y finalmente en la sección V, presentamos nuestras conclusiones.

Importancia de las Metodologías Activas de enseñanza

El Aprendizaje Activo de las ciencias en su versión “Hand-on Minds-on”, es una de las metodologías más exitosas en los últimos veinte años, y esto ha sido grandemente ratificado aún durante el periodo de la pandemia mundial del COVID-19 en todos los niveles educativos, desde el elemental hasta el universitario. Las diferentes aproximaciones del Aprendizaje Activo “ponen a los estudiantes más en asiento del conductor a través de discusiones, preguntas en

clase, y retroalimentaciones, tecnologías interactivas; y otras estrategias para enrolar aprendices y aprendizajes profundos” (YANNIER *et al.*, 2021). No existe una sola aproximación de Aprendizaje Activo, sino que hay una gran variedad de métodos e ideas para producir un aprendizaje más efectivo. En lo que sigue mencionaremos algunos rasgos importantes del Aprendizaje Activo.

El término Aprendizaje Activo depende del contexto y de quién lo esté utilizando. En muchas ocasiones se utiliza indistintamente cuando se habla de Aprendizaje colaborativo o de Aprendizaje cooperativo. Puede abarcar una variedad de actividades, desde que los estudiantes discutan un problema o un concepto con algún otro estudiante durante la clase a lo largo del semestre. Aprendizaje Activo significa, básicamente, que los estudiantes están involucrados en algún tipo de actividad guiada en la clase, a fin de que estén haciendo algo en el aula, además de sentarse y escuchar al instructor dar una conferencia o viendo los problemas de trabajo en la pizarra (MELTZER; THORNTON, 2012), de esta forma en el aula, los alumnos no son receptores pasivos de conocimiento, sino que son aprendices activos, y los profesores ya no son vistos como fuentes de información, sino más bien como mentores o entrenadores. En las Metodologías Activas debe existir una participación interactiva entre los estudiantes para lograr la comprensión conceptual a través de las actividades Hands-on y Minds-on las cuales producen información inmediata a través de la discusión con sus compañeros y/o instructores. Todo esto puede realizarse con base a lo observado en las gráficas obtenidas en tiempo real, o en el análisis de simulaciones por computadora o en la solución de problemas interactivos, entre otras opciones.

A continuación, mostraremos una tabla comparativa de las diversas actividades pasivas y activas, las cuales son asociadas con la enseñanza tradicional y con el Aprendizaje Activo (SOKOLOFF; THORNTON, 2004).

Tabla 1. Comparación entre la enseñanza tradicional y la enseñanza activa.

Ambiente de aprendizaje pasivo	Ambiente de aprendizaje activo
El instructor y el libro de texto son las autoridades y fuente de todo conocimiento.	Los alumnos construyen su conocimiento al poner manos a la obra y al hacer observaciones. Las observaciones reales del mundo real son la autoridad.

Las creencias de los alumnos rara vez son contrastadas.	Se utiliza el ciclo de aprendizaje en el que los alumnos son desafiados a comparar sus predicciones (basadas en sus creencias) con las observaciones de experimentos reales.
Puede ser que los alumnos nunca perciban el conflicto entre sus creencias y lo que se les enseña en clase.	Las creencias de los alumnos cambian cuando los alumnos son confrontados ante las diferencias entre sus observaciones y sus creencias.
El rol del profesor es de autoridad.	El papel del instructor es de guía en el proceso de aprendizaje.
La colaboración entre compañeros no es fomentada.	Se fomenta la colaboración entre compañeros.
Las clases de Física a menudo presentan los “hechos” de la Física con poca referencia a la experimentación.	Los resultados de experimentos reales son observados en formas comprensibles.
El trabajo de laboratorio, si lo hay, se usa para confirmar teorías “aprendidas” en clase.	El trabajo de laboratorio se utiliza para aprender conceptos básicos.

Entre las actividades que se sugieren hacer en las metodologías de Aprendizaje Activo están las siguientes:

- 1) Trabajar en grupos reducidos (2 a 4 estudiantes) y dejar que los estudiantes interactúen libremente, el profesor es más un moderador o mediador.
- 2) Fomentar que los estudiantes se conozcan y que participen en diferentes roles, tales como secretario, expositor, líder de equipo, etc.
- 3) Hacer preguntas a los estudiantes durante las clases para estimular la curiosidad.
- 4) Realizar una prueba corta de cinco minutos al comienzo de cada clase.
- 5) Realizar experimentos sencillos en clase y utilizar gráficos visuales.
- 6) Fomentar el pensamiento crítico e independiente.
- 7) Utilizar el método socrático para hacer preguntas y fomentar la colaboración entre estudiantes.

- 8) Utilizar guías y reportes escritos que ayuden a la realización de actividades, así como cuadernos de aprendizaje.
- 9) Realizar reportes por equipo ante todo el grupo y realizar debates para defender las ideas y conclusiones.
- 10) Pedir que los estudiantes evalúen los trabajos de los demás.
- 11) Pedir a los estudiantes que documenten su progreso del aprendizaje.
- 12) Trabajar en la realización de proyectos y dividirlos en partes más pequeñas.
- 13) Utilizar el método del aprendizaje por descubrimiento y fomentar la autoevaluación.
- 14) Abordar problemas de la vida cotidiana y que sean significativos para los estudiantes.
- 15) Utilizar recursos tecnológicos para el control y registro de datos.

La lista anterior reúne algunas recomendaciones y puede haber más sugerencias dependiendo de las condiciones educativas que tengan tanto estudiantes como profesores. Sin embargo, se debe buscar que las actividades de aprendizaje tengan un orden y sigan un patrón bien definido para garantizar el aprendizaje. Para ello nos basamos en un ciclo cognitivo que incluye Predicciones, Discusiones en pequeños grupos, Observaciones y Discusiones de resultados observados con las predicciones que permitirán hacer una síntesis de lo aprendido. Este ciclo es conocido como ciclo PODS para la enseñanza de las ciencias. Thornton y Sokoloff (1997) desarrollaron una metodología conocida como Clases Demostrativas Interactivas, que utiliza la colección de datos generados en tiempo real mediante herramientas de laboratorio asistido por computadora y básicamente consisten en lo siguiente:

- 1) El maestro describe la demostración y la realiza sin hacer las mediciones,
- 2) se pide a los alumnos que realicen sus predicciones en forma escrita e individual,
- 3) se propone luego que trabajen en grupos pequeños mostrándoles las predicciones más frecuentes que hacen los alumnos, para que entonces elaboren sus predicciones finales.
- 4) Después, el instructor lleva a cabo la demostración con mediciones que va mostrando mediante gráficas producidas por el software que se utiliza y que se proyectan mediante un cañón.
- 5) Posteriormente, los alumnos describen y analizan los resultados observados y,
- 6) finalmente, discuten con el instructor otras situaciones físicas parecidas sobre las que cabe aplicar la misma clase de ideas y conceptos.

Finalmente, mencionaremos el método de proyectos como metodología activa, generalmente este método hace hincapié en la unificación del aprendizaje teórico y práctico, la

colaboración de estudiantes y el incluir elementos de la vida cotidiana en las instituciones de educación. El método se define mediante 5 puntos:

- 1) El aprendizaje tiene su base en un interés auténtico y/o en una iniciativa.
- 2) Los estudiantes discuten sus intereses y las perspectivas alternativas del tópico, aconsejando uno al otro.
- 3) Desarrollan su propio ámbito de actividad (limitando propuestos, planificando, tomando decisiones en equipo, utilizan materiales de bajo costo, etc.).
- 4) Suspenden sus actividades de vez en cuando, para reflexionar su proceder, intercambiar ideas, realizar debates, replantear el proyecto, etc.
- 5) El proyecto termina en un punto determinado, cuando se ha logrado la tarea a realizar.

Debido a las características del método de proyectos, por tanto, se tiene una conexión también directa con la metodología STEAM, de tal forma que tanto el Aprendizaje Activo, así como la educación STEAM utilizan indistintamente la elaboración de proyectos como estrategias de enseñanza, aunque con diferentes enfoques.

El modelo STEAM de enseñanza

Una de las estrategias de mayor crecimiento en nuestros días para enseñar ciencias es el modelo STEAM (LI *et al.*, 2020). Ciertamente estamos ante un nuevo paradigma educativo en una nueva Revolución Industrial 5.0, de esta forma el modelo STEAM es un término relativamente reciente y podemos encontrar sus orígenes en los 1990s en USA. A finales del siglo pasado los principales informes internacionales indicaban un bajo desempeño e interés por parte de los estudiantes de ciencias estadounidenses, así como la pérdida de competitividad económica del país debido a la falta de profesionales calificados para enfrentar el contexto emergente de un nuevo siglo y milenio. De esta forma, surge el modelo STEAM, como una estrategia educativa y económica que pretende facilitar la construcción del conocimiento y el desarrollo de habilidades consideradas esenciales para el contexto de los desafíos globales del siglo XXI.

En un principio la tendencia educativa a unificar ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas fue enfocada a la educación elemental y poco a poco el modelo se ha extendido hasta la educación superior. Este modelo integrador también ha sido utilizado para incluir disciplinas en psicología, ciencias sociales y arte. Más allá de la controversia sobre si STEAM es un modelo, una teoría, o una estrategia, los reportes de investigación muestran que la

educación STEAM es una de los principales enfoques para abordar la enseñanza de las ciencias y de la tecnología en los últimos 20 años. Ciertamente, la educación STEAM puede ser vista desde una perspectiva de combinaciones interdisciplinarias o transdisciplinarias de las disciplinas STEAM individuales, o también en una perspectiva inclusiva de las disciplinas educativas particulares, esto es, educación en ciencias, educación tecnológica, educación en ingeniería y educación matemática, todo esto produce una diversidad de enfoques en la investigación STEAM.

Con el paso del tiempo, el movimiento STEAM también ha cobrado fuerza en otros países, como Canadá, Reino Unido, Marruecos, Sudáfrica, Australia, Alemania, Finlandia, Francia, Italia, Israel, Japón, China, Turquía y América Latina, sin embargo, el movimiento todavía se presenta en una forma reducida, aunque en un crecimiento ascendente. En términos globales, la celebración de congresos y simposios, sigue siendo escasa y se buscan impulsar la investigación e implementación de prácticas enfocadas al modelo STEAM. Después de la pandemia mundial del COVID-19, se ha incrementado el uso de la TIC y en cierta forma, se ha facilitado su uso, esto es, estamos educando en un mundo digital, además que se ha podido difundir diversos escenarios STEAM, que anteriormente solo estaban disponibles en forma presencial. Esto ha facilitado la difusión de la metodología STEAM en Latinoamérica, pues inicialmente, ha sido considerada como una metodología norteamericana y se ha utilizado principalmente en escuelas privadas de educación elemental, así como en diversas asociaciones. En Latinoamérica, la Asociación Latinoamericana de Investigación en Educación en Ciencias (LASERA) ha sido uno de los principales promotores en capacitar y divulgar trabajos educativos sobre STEAM mediante la organización de seminarios, talleres y conferencias.

STEAM es Educación en Ciencias basada en la Indagación, una metodología innovadora por la cual el estudiante se acerca a los conceptos a través de pasos al científico (CILLERUELO; ZUBIAGA, 2014). El objetivo es desarrollar en el estudiante habilidades vinculadas con un trabajo específico tales como: capacidad de observación crítica y descripción, tanto en forma oral como escrita. Además de desarrollar la habilidad para obtener datos y ordenar resultados de una manera significativa que le permita analizar, interpretar, establecer similitudes, diferencias y a través del análisis, llegar a posibles conclusiones e hipótesis, y finalmente, relacionar los resultados, predecir otros en situaciones comparables y proponer nuevas experiencias para confirmar o refutar las hipótesis en base a evidencias experimentales. Asimismo, mediante el trabajo conjunto en la perspectiva interdisciplinar STEAM y su aplicación a problemas reales, se pretende complementar el aprendizaje de contenidos

científicos y tecnológicos fomentando el desarrollo del pensamiento divergente y el incremento de la creatividad de los estudiantes.

Una de las principales formas en que se ha utilizado la metodología STEAM para la enseñanza de las ciencias y de la tecnología, es mediante metodologías educativas auxiliares, tales como la Enseñanza Basada en Proyectos, la Instrucción por Pares, o a través de Clases Demostrativas Interactivas, en donde se aplica el aprendizaje colaborativo. En estas metodologías se busca relacionar el tema de estudio con la enseñanza de las ciencias y la tecnología. Así como proporcionar una crítica del tema con orientación profesional dando los pros y los contras. También se busca relacionar el tema con las prácticas docentes actuales/propuestas y las aplicaciones reales en el aula. Finalmente, se proporcionan ejemplos de prácticas modelo, ideas y/o programas.

Terminaremos esta sección mencionando las diferentes habilidades que se busca desarrollar en los estudiantes que utilizan en modelo STEAM, primeramente, debemos tener presente que el fundamento de la educación STEAM es la integración de disciplinas y habilidades para lograr un aprendizaje efectivo de la ciencia y la tecnología. Por consiguiente, el estudiante debe ser capaz de:

- 1) Investigar; esto es, se utiliza la metodología de aprendizaje por descubrimiento. Campanario *et al.*, (1999) mencionan que “se tiende a asociar el aprendizaje por descubrimiento a los niveles de enseñanza primaria y secundaria y, de hecho, fue una de las primeras alternativas que se ofrecieron a la enseñanza repetitiva tradicional en estos niveles. Los defensores del aprendizaje por descubrimiento fundamentaban su propuesta en la teoría de Piaget”. Esta metodología tuvo un gran desarrollo en los años 60s y 70s, y en nuestros días se enfoca más a la enseñanza universitaria enfatizando la participación activa de los estudiantes y en el aprendizaje y aplicación de los procesos de la ciencia, se postula como una alternativa a los métodos pasivos basados en la memorización y en la rutina.
- 2) Descubrir; aquí los estudiantes deben explorar por sí mismos, en cierta forma deben realizar el papel que desempeña el científico o el ingeniero al buscar la solución a un problema, descubrir relaciones y registrarlas para su posterior tratamiento al resolver un problema.
- 3) Conectar, es importante poder identificar las diferentes conexiones de componentes, datos, productos, procesos, etc. De forma tal que puedan ser integrados a la solución del problema.

- 4) Crear; buscar ideas, estructurarlas en un plan, proyecto o modelo que pueda ser utilizado para la solución del problema inicial.
- 5) Probar las ideas para verificar el plan o modelo diseñado. Es importante que el estudiante pueda estar seguro de la solución correcta del problema práctico que se propuso resolver, para ello debe de verificar su propuesta cuantas veces sea necesario.
- 6) Mejorar, pensar cómo mejorar el diseño, modificarlo y volver a probar las ideas. El estudiante debe aprender de los errores y buscar cómo mejorar sus soluciones a los problemas prácticos.

El laboratorio como estrategia de enseñanza

La importancia del laboratorio en la investigación educativa ha sido tratada ampliamente por diversos autores desde finales del siglo XX (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004). Cabe mencionar que en los últimos veinte años el interés de los investigadores ha ido creciendo junto con el gran desarrollo de la tecnología aplicada a la educación en todos los niveles educativos. De esta forma, en la actualidad, el laboratorio juega un papel central en la Educación en Ciencias y en la Educación Tecnológica, esto debido al enorme potencial que tienen los laboratorios para desarrollar en los estudiantes habilidades de investigación, tan necesarias para abordar los problemas de ciencia y tecnología (POKOO-AIKINS, *et al.*, 2019).

La evolución de los laboratorios tradicionales al “laboratorio extendido” (IDOYAGA *et al.*, 2020), es uno de grandes avances que viene a restaurar el lugar preponderante que el laboratorio ha desempeñado en la enseñanza de la ciencia y que sin embargo poco a poco fue reducido en tiempos curriculares, en algunos casos por problemas de financiación, en otros por tratar de unificar campos disciplinares experimentales como son la física, la química y la biología en uno solo, incluso siendo reemplazado por laboratorios virtuales. La irrupción de la pandemia del COVID-19 creó escenarios de distanciamiento social forzosos, llevando al cierre de escuelas y abriendo el ciberespacio a dispositivos de Enseñanza Remota de Emergencia, renaciendo así el interés por los laboratorios remotos, virtuales y móviles. Todo esto aunado a actividades experimentales simples para realizar en casa, y a simulaciones computacionales, condujo a la creación del modelo de Laboratorio Extendido, esto es, al uso didáctico y sistémico de dispositivos y estrategias para realizar actividades experimentales en entornos educativos digitales, lo cual finalmente busca generar en los estudiantes aprendizajes de procedimientos, actitudes y conceptos.

Por otro lado, ha perdurado la idea de que el laboratorio provee a los estudiantes de oportunidades para involucrarse en procesos de investigación e indagación, sin embargo, no es claro qué tanto influyen las experiencias de los estudiantes en el laboratorio y su aprendizaje de conceptos científicos, ese ha sido uno de los problemas abiertos de los últimos cuarenta años. En nuestros días la concepción del laboratorio de ciencias ha cambiado dramáticamente, pues ha sido influido grandemente por el uso de tecnologías, así como su asociación al aprendizaje por indagación. Esto es posible, debido al papel del laboratorio como escenario de descubrimientos científicos, y se tiene la creencia de que en forma similar a como el científico descubre algo de la naturaleza en el laboratorio, así también los estudiantes, algo han de descubrir al interactuar en el laboratorio. Ahora se tienen desafíos mayores para estudiar y ver cómo influye, por ejemplo, el Laboratorio Extendido en el aprendizaje de conceptos de ciencias. De igual forma, el surgimiento del modelo STEAM que involucra aprendizaje por indagación, ha motivado fuertemente el uso de los laboratorios de ciencias en modalidades presencias y virtuales.

CONCLUSIONES

La tendencia dominante actual en Educación en Ciencias es sin duda el Aprendizaje Activo que utiliza como método general la reflexión y la interacción activa entre los alumnos bajo la mediación del docente. La reflexión requiere la identificación tanto de hechos centrales como de preguntas abiertas sobre el objeto de aprendizaje. Lo mismo ocurre con sus propias ideas, emociones, resistencias, valores y preferencias. Además, la reflexión común en pequeños grupos les ayuda a aprender sobre perspectivas alternativas. La discusión y el debate ayudan a reforzar los conceptos correctos y descartar los incorrectos. Entre las metodologías activas más exitosas tenemos las Interactive Lecture Demonstration y el Project Method, que también tiene una gran aplicación en la educación STEAM, por su carácter integrador de las disciplinas científicas.

Al utilizar la metodología STEAM se espera lograr mayor competitividad, mayor prosperidad económica, además de ser un índice de la capacidad de un país para mantener un crecimiento sostenido. Recurrir a este modelo educativo para la enseñanza de la ciencia y la tecnología no es solo seguir una moda o tendencia pasajera, sino mejorar las economías de los países. Entre los retos que tenemos en la educación STEAM están: 1) Aprender a trabajar en equipo. 2) Que los alumnos aprendan a obtener información relevante y sepan manejarla. 3) Fomentar la discusión y el análisis crítico. 4) Capacitar a los estudiantes para la realización de

proyectos de ciencia y tecnología. 5) Capacitar a nuevos docentes en metodologías STEAM. 6) Utilizar más las TIC para difundir el modelo STEAM en aquellas regiones del mundo donde las economías son más precarias. Una de las ventajas de la educación STEAM es que promueve el trabajo en equipo, el liderazgo y la comunicación con los compañeros. Asimismo, ayuda a resolver problemas reales, aprender de sus errores, desarrollar su creatividad y pensamiento lógico, así como la capacidad de improvisación.

El laboratorio es un recurso de aprendizaje de las ciencias muy importante, es un enfoque de enseñanza valioso para ayudar a desarrollar habilidades de investigación e indagación en los estudiantes, así como para promover su participación en la investigación científica. Además, los modelos recientes del laboratorio escolar como laboratorio de investigación científica, junto con el uso de tecnologías, han llevado al desarrollo del modelo de laboratorio extendido, donde se involucran laboratorios remotos, virtuales y móviles, junto con actividades experimentales simples en el hogar.

REFERENCIAS

CALLAHAN, B.E. & DOPICO, E. **Science teaching in Science Education. Cultural Studies of Science Education**, v. 11, 2016. p. 411–418.

CAMPANARIO, J.M. & MOYA, A. **¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas**. Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 2, 1999, p. 179-192.

CILLERUELO, L. y ZUBIAGA, A. **Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología**. Jornadas de Psicodidáctica, 2014, p. 1-18.

HOFSTEIN, A. & LUNETTA, V.N. **The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century**, 2004.

IDOYAGA, I., VERGAS-BADILLA, L., MOYA, C.N., MONTERO-MIRANDA, E. & GARRO-MORA, A.L. **El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental**. Campo Universitario. v. 1, n. 2, Septiembre-Diciembre 2020, p. 4-26.

LI, Y., WANG, K., XIAO, Y. & FROYD, J.E. **Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications**. International Journal of STEM Education, v. 7, n. 11, 2020, < <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6> >.

MELTZER, D.E. & THORNTON, R.K. **Resource Letter ALIP-1: Active-Learning Instruction in Physics**. Am. J. Phys., v. 80, n. 6, 2012, p. 478-496.

POKOO-AIKINS, G.A., N. HUNSU, N. & MAY, D. **Development of a Remote Laboratory Diffusion Experiment Module for an Enhanced Laboratory Experience**. In: IEEE

Frontiers in Education Conference (FIE), Covington, KY, USA, 2019, p. 1-5, <
<https://doi:10.1109/FIE43999.2019.9028460> >.

SOKOLOFF, D. & THORNTON, R. K. **Interactive Lecture Demonstration Active Learning in Introductory Physics**. John Wiley and Sons, 2004.

THORNTON, R.K. & SOKOLOFF, D. **Using Interactive Lecture Demonstration to create an Active Learning Environment**. *The Physics Teacher*, v. 35, 1997, p. 340-347.

VOELKER, A. M., THOMPSON, T.E., VANDEMAN, B.A. **Research Reviews in Science Education: An update**. *Science Education*, 10, 1002/sce.3730640407, v. 64, n. 4, 200 p. 6569-578.

YANNIER, N., HUDSONKENNETH, S.E., KOEDINGERKATHY, R., MICHNICK, H.-P.R., MUNAKATA, G., *et al.* **Active learning: “Hands-on” meets “minds-on”**. *Science*, v. 374, n. 6563, 2021, p. 26-30. <https://DOI: 10.1126/science.abj9957>.

YEO, J. & GILBERT, J.K. **Producing Scientific Explanations in Physics—a Multimodal Account**. *Research in Science Education*, v. 52, 2022, p. 819–852. <
<https://DOI:10.1007/s11165-021-10039-1> >.

CAPÍTULO VII

ENSINO DE CIÊNCIAS: APLICAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS DOS ALUNOS

Sandra de Oliveira Botelho^{*}

[*botsandra123@gmail.com*](mailto:botsandra123@gmail.com)

Josefina Barrera Kalhil^{**}

[*josefinabk@gmail.com*](mailto:josefinabk@gmail.com)

Membros do grupo de Pesquisa AIECAM

INTRODUÇÃO

A libertação através da educação é um esforço coletivo.

Paulo Freire.

Um breve relato do meu ingresso ao grupo de Pesquisa Alternativas Inovadoras para o ensino de Ciências Naturais na Amazônia – AIECAM, vinculado a CNPQ/UEA, inicia-se quando fui convidada a participar pela minha orientadora dele, assim que ingressei no Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, em 2018. Ela é a líder do grupo de pesquisa que já existe há dez anos.

^{*} Mestra em Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas - UEA.

^{**} Doctora en pedagogía por la Universidad de la Habana - UH.

No começo, não compreendia a importância do grupo de pesquisa. Em minha vida acadêmica, com o decorrer da participação dos encontros, mensalmente, fui percebendo a importância de estar vinculada ao Grupo de Pesquisa.

Ele proporcionou um aprendizado que me auxiliou durante o período do mestrado, onde pude compartilhar experiências, desafios, metodologias e estratégias de pesquisa em Educação e Ensino de Ciências, como também a promoção do conhecimento científico.

Nesse sentido, para que pudesse participar de eventos científicos nacionais e internacionais, entre outros, fiz parte da organização de simpósios, como, por exemplo, o LASERA Manaus, 2018, 2019. O de 2020 não ocorreu devido à pandemia, que se alastrou no Brasil e no mundo, ou seja, da COVID-19. Em 2021 houve de maneira *on-line* e 2022 (em andamento). Apresentei um artigo científico em um evento internacional, no México, no Congresso LASERA internacional, em 2019.

Em 2020 defendi a minha dissertação, e, atualmente, com a titularidade de Mestre, fiz uma seleção para desenvolver um projeto de pesquisa com ajuda de fomento pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas - FAPEAM, por estar vinculada ao Grupo de Pesquisa, o projeto foi aprovado.

Portanto, estar vinculada ao grupo de pesquisa me favoreceu no meu desenvolvimento intelectual, contribuindo com a minha pesquisa que aqui neste artigo apresento uma parte da minha investigação.

O interesse pela pesquisa é fruto das inquietações da pesquisadora que, há vinte dois anos, ministra aula, na disciplina de Ciências, nos anos finais do Ensino Fundamental. Graduada em Licenciatura em Ciências, Especialização em Metodologia do Ensino de Ciências e Mestre em Ensino de Ciência da Amazônia, com experiência como supervisora durante cinco anos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID de Ciências, participando sempre de formações continuadas com a temática atividade experimental, feira de ciências e circuitos experimentais.

Dessa maneira, por estar sempre envolvida nesses projetos, e desenvolvê-los em aulas pautadas, em atividades experimentais, tinha a concepção de que fazia o diferencial na vida escolar dos alunos.

Nesse sentido, por estar auxiliando os acadêmicos de Ciências em sua formação e identificar algumas dificuldades enfrentadas no período do PIBID na escola, vi a necessidade de retornar ao estudo. Sendo assim, aprovada para o Mestrado, observe que as minhas concepções quanto professora não eram o suficiente para que o meu aluno desenvolvesse o

conhecimento científico. Com efeito, durante um ano de disciplina e orientação, consegui compreender o objetivo do Programa do Mestrado para a pesquisa, ou seja, não eram as aplicações de metodologias e elaboração de cartilhas com propósitos de realizar atividades experimentais.

Em suma, consegui com o levantamento bibliográfico de epistemólogos e teóricos a compreensão de que uma atividade experimental não pode ser somente realizada com roteiros pré-definidos, comprovações do conteúdo ministrado em sala e manuseios de materiais de laboratório, com o objetivo final para atingir as comprovações científicas.

Precisava perceber que os alunos conseguiam aprender de maneira eficaz, realizando as atividades experimentais, e com isso desenvolver habilidades que irão refletir no pensamento cognitivo. Em suma, essa conexão os leva a aprendizagem do conhecimento científico.

Partindo dessas indagações, a pesquisa seguiu outros caminhos, como, por exemplo, investigar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, a partir das habilidades que são abordadas nas atividades experimentais realizadas pelo professor. Essas inquietações conduzem este estudo a compreendermos o processo de ensino e aprendizagem, fundamentando nos epistemólogos e teóricos que descreveram e aprofundaram as variáveis do estudo, que são atividade experimental, habilidades cognitivas e ensino de ciências.

Portanto, depois de todas estas reflexões, nosso problema científico é: *Como são utilizadas as atividades experimentais, nas aulas de Ciências, para que pudessem contribuir com as habilidades cognitivas do aluno?*

Por conseguinte, as questões norteadoras foram: *Como são abordadas as atividades experimentais na sala de aula para o desenvolvimento de habilidades? O que pensam os alunos sobre as atividades experimentais para o desenvolvimento das habilidades? Quais são as habilidades que podem ser desenvolvidas nas atividades experimentais?*

Para nos ajudar a resolver o problema científico apresentado, elaboramos os seguintes objetivos – Geral: Analisar a utilização das atividades experimentais nas aulas de ciências, para que possam contribuir com as habilidades cognitivas do aluno. Quanto aos objetivos específicos, estipulou-se o seguinte: a) Verificar como são abordadas as atividades experimentais na sala de aula, para o desenvolvimento de habilidades; b) Identificar a concepção dos alunos sobre as atividades experimentais e como contribuir para o desenvolvimento de suas habilidades cognitivas; c) Pontuar as habilidades que podem ser desenvolvidas nas atividades experimentais.

Essas análises foram realizadas através do método dialético, e as entendemos como um diálogo que ocorre uma contraposição de ideias que levam a outras, como também as variáveis do estudo que não são analisadas como objeto fixo e acabado, mas sim colocando-se como aberta e inacabada, um colóquio em via de transformação e desenvolvimento. São apresentadas também as considerações finais, as referências, apêndices e anexos.

O papel das atividades experimentais e o desenvolvimento das habilidades cognitivas

Inicialmente, buscamos autores que sustentam epistemologicamente e teoricamente esta pesquisa. Eles são referência na área de ensino de ciências, entre eles podemos citar: Carvalho (2016), Chalmers (2009), Campos (1999), Bachelard (1996), Popper (1975), Vygotsky (1984).

Para eles, a ciência é uma troca irreduzível entre experimento e teoria, e assim, a separação total entre experimento e teoria não é desejável e nem possível. Ou seja, não existe uma verdade final a ser alcançada: a teoria ou o paradigma servem para organizar os fatos e a função do experimento seria adaptar a teoria à realidade.

Quando esta prática é intransigente, o espírito prefere confirmar aquilo que sabe, ao invés de questioná-lo. Por isso é que o processo de desconstrução da cultura deve começar pelo próprio formador. Este precisa - em primeiro lugar – conscientizar-se que seus saberes não são estáticos.

Logo, as atividades experimentais proporcionam ao educando a busca pelo conhecimento, favorecendo o questionamento e possibilitando a inter-relação do aprendizado com a realidade. Nesse contexto, houve momento no ensino em que os experimentos serviram apenas para demonstrar conhecimentos já apresentados aos alunos e para verificar leis plenamente estruturadas.

Com o tempo, a experimentação de um recurso pedagógico, utilizado no ensino de ciência para as comprovações de teorias estudadas, deve ser tomada com cautela em relação às suas interpretações ingênuas e positivista da ciência, ou seja, de que tudo pode ser explicado pela experimentação e que há apenas um método para se fazer ciência. Assim, para Chalmers (2009), o princípio que fica evidente é que não se pode produzir ciência simplesmente pela indução, apelando-se para o senso comum.

Desse modo, faz-se necessário que os alunos compreendam a relação entre a experimentação e a indução. Esta última pode funcionar para um grande número de proposições, mas pela natureza epistemológica da ciência, deve-se tomar cuidado com as generalizações.

Com efeito, a ciência começa com problemas, e estão associados à explicação do comportamento de alguns aspectos do mundo. Nesse sentido, o cientista propõe hipóteses falseáveis para solucionar os problemas. Elas devem ser críticas e possuir provas mais rigorosas.

Nesse cenário, os alunos devem ser levados à reflexão de que a ciência é uma tentativa humana de descrever uma realidade; portanto, um conhecimento provisório, passível de sofrer modificações, pois está sujeito aos valores e defeitos que envolvem os seres humanos em qualquer atividade que exerçam.

Para Chalmers (2009), as observações e os experimentos são realizações importantes, no sentido de testar ou lançar luz sobre alguma teoria. Entretanto, as teorias que constituem nosso conhecimento são falíveis e incompletas. Assim, as orientações que elas oferecem sob alguns fenômenos investigados podem ser enganosas.

Na realização de atividades experimentais em ciências, como recurso pedagógico para o aluno concretizar o seu entendimento sobre o conteúdo a ser estudado, deve-se estabelecer relação entre teoria e prática. Desta forma, a atividade experimental “desenvolve a percepção sensorial do aluno, permitindo-lhe investigar fatos por meio do que foi vivenciado. Conseqüentemente, os alunos geram conceitos próximos da realidade, possibilitando uma aprendizagem significativa” (BRASIL, 1998, p. 135). Assim, deve-se proporcionar condições para que atividades experimentais tenham resultados significativos, independentemente do lugar onde são aplicadas. E somente será possível desenvolver habilidades.

Praticar ciências, na realidade, é uma atividade reflexiva; portanto, as atividades experimentais desenvolvidas como investigação podem aproximar o ensino de ciências do conhecimento científico, sendo ele oriundo de diversos fatores que possam estar envolvidos, provocando os mais variados tipos de vieses.

Para Malheiro (2011), as atividades experimentais tendem dar ênfase nas habilidades e incentivar o aluno ao pensamento crítico e reflexivo, elas precisam conduzi-lo ao levantamento de hipóteses, às análises, às discussões e às reflexões acerca de experimentos sobre fenômenos físicos, químicos e biológicos, para que, através dessas habilidades, possam desenvolver os aspectos cognitivos.

Com a mediação do professor, a cognição do aluno se expande e modifica significativamente. O seu conhecimento espontâneo ocorre e leva o aluno a alcançar conceitos científicos mais complexos ou avançados (FONSECA, 2018, p. 82).

Para uma compreensão sobre as atividades experimentais, é necessário o conhecimento de sua classificação; portanto, essas atividades estão inseridas no âmbito das atividades práticas, que, segundo Campos (1999), classificam-se em: demonstrativas, experimentos ilustrativos, experimentos descritivos e experimentos investigativos.

Ainda de acordo com Campos (1999), na demonstrativa, o professor executa o experimento e fornece explicação para o fenômeno ao aluno que, em alguns casos, observa e sugere explicações. Por sua vez, os experimentos ilustrativos são atividades que o aluno pode realizar e cumprem as mesmas finalidades das demonstrações. Por sua vez, os experimentos descritivos são atividades em que o discente realiza e não são dirigidas o tempo todo pelo docente. E os experimentos investigativos são atividades práticas que exigem grande atividade do estudante durante sua execução. Isto é, difere-se dos demais por apresentar, imprescindivelmente, discussões de ideias, elaboração de hipóteses explicativas e experimentos para testá-las. Desse modo, oportunizam ao educando transitar em um ciclo investigativo sem, no entanto, trabalhar nas áreas de fronteira do conhecimento, como fazem os cientistas. Em suma, contribuem para as habilidades.

Analisando conceitualmente a expressão “Habilidades Cognitivas”, Gatti (1997) evidencia que ela pode ser entendida como capacidade que torna o indivíduo competente, ou seja, responsável por formar a estrutura essencial do que conhecemos como competência cognitiva da pessoa humana. Nesse sentido, isto torna possível a capacidade de permitir ao sujeito “discriminar entre objetos, fatos ou estímulos, identificar e classificar conceitos, levantar/construir problemas, aplicar regras e resolver problemas” (GATTI, 1992, p. 2).

Corroborando essa ideia, Moretto (2013) descreve que as habilidades estão associadas ao saber fazer, como os responsáveis pela ação física ou mental que indicam a capacidade adquirida. “No senso comum, habilidades é a capacidade que alguém desenvolveu para fazer alguma atividade específica” (MORETTO, 2013, p. 80).

Como ainda pontua Moretto (2013), podemos citar algumas habilidades básicas necessárias para solucionar uma situação complexa, ou seja, como compreendê-la e identificar variáveis endógenas e exógenas, bem como relacionar elementos relevantes, comparar com concepções prévias; enfim, planejar a abordagem, solução e visualizar possíveis métodos para resolução. Assim, é possível selecionar estratégias e recursos que serão usados, como também executar o planejamento. Ao fazê-lo com o foco no modelo pedagógico da reflexão-na-ação, a análise crítica da solução será desvelada através da comparação das experiências anteriores e de se imaginar alternativas que colaborem na apreensão de uma situação complexa.

Nas atividades experimentais, essas habilidades devem ser realizadas para que os alunos no ensino e aprendizagem desenvolvam o processo cognitivo. Elas poderão ser desenvolvidas ao longo das atividades de investigação, e, por meio da transferência dessas em atividades ou entre disciplinas, haverá momentos em que ocorrerá o aperfeiçoamento das habilidades.

Diante disso, a atualização e a rapidez com que a Era da Informação influencia nossas vidas e nos deixa conectados, impossibilita a construção de novos conhecimentos, já que eles chegam prontos e maquinados para a utilização. O mesmo não ocorre com as habilidades, como destaca Perrenoud (1998), em particular com as habilidades do pensamento. Estas últimas permitem a aquisição de novos conhecimentos, assim como raciocinar com e sobre, independentemente do tempo e do lugar.

Desse modo, no contexto escolar, o importante é desenvolver nos alunos habilidades que lhes possibilitem construir as mensagens dos diversos meios, já que a sociedade exige um cidadão competente na articulação de informações.

Nesse contexto, a aprendizagem das ciências é limitada por dois problemas, segundo Ribeiro (2008): falta de motivação e interesse para aprender ciências e dificuldades como interpretação de informações, compreensão, relação com outras matérias, realização de inferências e organização do conhecimento. Esse cenário nos motiva a estudar como ajudar os alunos na promoção dessas habilidades e estimular neles a motivação da descoberta científica.

Portanto, algumas habilidades que podem ser estimuladas e desenvolvidas no ensino de ciências naturais, fundamentada por alguns autores, como: Caldeira (2005), Carvalho (2006), Suart e Marcondes (2009), Zômpero *et al* (2017), tem destacado a importância do desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes. Podemos citar entre elas: observar, descrever, identificar, comparar, coletar dados, experimentar, elaborar tabelas, gráficos e esquemas, sistematizar por meio de textos, maquetes, relatórios, interpretar dados, relacionar, organizar e somar ideias.

Na pesquisa, procuramos utilizar algumas habilidades, no intuito de desenvolver o processo cognitivo do aluno através de uma atividade experimental, como, por exemplo: observar, descrever, identificar, comparar, coletar dados, experimentar, relatórios, interpretar dados, organizar e somar ideias.

Observar: essa habilidade é uma das mais importantes para ser estimulada e, aprender a observar é essencial para o estudo e compreensão dos fenômenos naturais. Descrever: essa habilidade é utilizada para propiciar aos alunos a percepção de detalhes e características singulares dos seres vivos, objetos, pessoas, entre outros aspectos pertinentes. As atividades decorrentes de descrições podem ser registradas

por meio de desenhos, textos, esquemas e também exploradas pela prática da oralidade (CALDEIRA, 2005, p. 67).

A observação é uma das etapas do método científico. Consiste em perceber, ver e não interpretar. Ela é relatada como foi visualizada, sem que as ideias interpretativas dos observadores sejam tomadas. Ela também pode ser entendida como verificação ou constatação de um fato, podendo ser tanto espontânea ou casual, quanto metódica ou planejada.

Ressaltamos que as habilidades destacadas não constituem as únicas habilidades do pensar e possíveis de serem desenvolvidas com os alunos. No entanto, o conjunto apresentado corresponde às habilidades gerais. A partir de outras podem surgir, como, por exemplo, um aluno que seja capaz de comparar uma estrutura. Nisto, ele deverá necessariamente relacionar seus conhecimentos a um fato reconhecido por meio da observação e identificar os componentes, ou ainda elaborar uma resposta que favorecerá o exercício de outras habilidades.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em uma escola da Rede Pública de Ensino, com 28 alunos da série/ano oitavos anos, sendo uma turma mista, com faixa etária de 13 a 15 anos.

O método aplicado na pesquisa foi o dialético, segundo Lakatos e Marconi (2011), entende-se por dialética um método de diálogo cujo foco é a contraposição e contradição de ideias que levam a outras. Pode ser definida também como a arte de, no diálogo, demonstrar uma tese por meio de uma argumentação, capaz de definir e distinguir, claramente, os conceitos envolvidos na discussão.

Assim, para a pesquisa, optou-se por trabalhar com a abordagem qualitativa, porque procura analisar e interpretar aspectos profundos e descrever a complexidade do comportamento humano. Por sua vez, a escolha do método se deu no intuito de obter um entendimento mais apurado do objeto estudado.

A escolha da turma do 8º ano do ensino fundamental se deu por serem alunos na fase de amadurecimento em sua formação cognitiva, isto é, expressam-se com mais facilidade, o que poderíamos obter resultados melhores para a pesquisa.

De acordo com Lev Semenovich Vygotsky, enfatiza-se que:

A criança quando atinge a adolescência, as operações lógicas que ela usa para interpretar a realidade e os processos psicológicos que orientam seu pensamento sofreram nítida mudança. Ela não generaliza já com base em suas impressões imediatas, mas isola certos atributos distintos dos objetos como base de categorização:

a essa altura, faz inferência sobre os fenômenos, destinado cada objeto a uma categoria específica (relacionando-o a um conceito abstrato) (VYGOTSKY, 1964, p. 48, tradução nossa)¹.

As etapas da pesquisa, no primeiro momento, ocorreram a partir do conhecimento de qual escola e de qual turma para aplicação da investigação. No segundo, foi feita a observação *in loco*, durante o período de três meses. Nessa averiguação, percebemos que o docente não utilizou a estratégia de ensino atividade experimental. Por conseguinte, efetuamos a aplicação conjuntamente ao docente a atividade experimental, cuja investigação foi a composição dos alimentos e dos nutrientes.

No terceiro momento, foi realizado uma roda de conversa, com intuito de termos um *feedback* dos alunos quanto à atividade experimental realizada. Os dados coletados através de toda a aplicação da pesquisa foram analisados com a finalidade de percebermos a contribuição das atividades experimentais no desenvolvimento cognitivo, no 8º ano, na disciplina de Ciências Naturais.

A Análise dos Dados ocorreu fundamentada nos pressupostos teóricos de Vygotsky e na descrição e análise de conteúdo, segundo Bardin (2004), e elaboramos categorias de análise para melhor compreensão do estudo realizado. Em síntese, as categorias de análise definidas a partir dos dados coletados.

RESULTADOS

Voltada para a nossa categoria prévia de atividade experimental, a partir das subcategorias: instigação e aplicação, no decorrer de três meses de aulas observadas, a partir da autorização do professor, aplicamos a atividade experimental, partindo da premissa do conhecimento prévio trabalhado pelo professor com os alunos em sala, ou seja, a composição dos alimentos e dos nutrientes.

A atividade experimental, planejada por nós e o professor, que teve acesso ao planejamento anteriormente, deu-se a partir do seguinte tema: experimento de identificação de amido em alimentos. Com duração de 40 minutos. Nosso objetivo era identificar o amido e diferenciando tipos de alimentos por sua constituição.

¹ El niño cuando llega a la adolescencia, las operaciones lógicas que utiliza para interpretar la realidad y los procesos psicológicos que guían su pensamiento han experimentado un cambio claro. No se generaliza ya en función de sus impresiones inmediatas, sino que aísla ciertos atributos distintos de los objetos como base de categorización: en este punto, hace inferencia sobre los fenómenos, destinados cada objeto a una categoría específica (relacionándolo con un concepto abstracto) L. S. VYGOTSKY. Pensamiento y lenguaje. Buenos Aires, Editorial Lautaro, 1964.

Desse modo, realizamos a atividade experimental, sendo no primeiro tempo de aula. Os primeiros alunos que chegaram à sala de aula ficaram surpresos e curiosos com o que iriam realizar, como também pela organização das carteiras por equipes e os materiais da atividade experimental que estavam separados nas bandejas e por equipe.

Por conseguinte, formaram cinco equipes com quatro componentes cada, totalizando na sala vinte e um alunos presentes. Nós deixamos os alunos escolherem sua equipe e não interferimos nas escolhas deles. Nisto, o professor - antes de direcionar a atividade experimental para que pudessemos iniciar - fez uma breve explicação do que é o amido para o alunado: *o amido é um carboidrato formado pela união de várias glicoses (por isso é considerado polissacarídeos) presente em abundância nos vegetais (P01, 2019)*. Após a sua explicação, ele nos deu a palavras para podermos iniciar a atividade experimental.

Em seguida, iniciamos com a seguinte questão problematizadora: os alimentos que consumimos em sua composição apresentam várias substâncias; dessa maneira, como podemos encontrar a presença do amido ou não. Em quais alimentos?

Os discentes responderam:

Tem uma estrutura, uma substância do amido que reage no alimento (A10, 2019).

Dando mais disposição (A15, 2019).

Como o professor falou tem amido somente os carboidratos, então na carne não tem (A02, 2019).

Agora para acharmos o que tem amido, não sei como fazer (A04, 2019).

Precisamos misturar os alimentos e colocar água (A20, 2019).

Eu acho o que tem muita água não tem amido (A02, 2019).

Poucos alunos interagiram, os demais ficaram calados e em silêncio. Reelaboramos nossa situação-problema, partindo das hipóteses dos alunos.

Com efeito, percebemos que, ao utilizarmos a atividade experimental como ponto de partida para desenvolver a compreensão do conhecimento científico, apreendemos que ela é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, bem como sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o com os acontecimentos e buscando as causas dessa relação, como também procurando uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações.

Conforme Carvalho *et al* (1998), o processo de pensar é fruto dessa participação, faz com que o aluno comece a construir também autonomia. Foi o que nós começamos problematizando para que os alunos pudessem interagir e a pensar.

Para Garret (1988), pensar é parte do processo de solucionar problemas e isto inclui o reconhecimento da existência de um problema e das ações que são necessárias para seu enfrentamento.

Conforme os apontamentos de Moreira (1983), ele descreve que a resolução de problemas que leva a uma investigação, deve estar fundamentada na ação do aluno. Os alunos devem ter a oportunidade para agir e o ensino deve ser acompanhado de ações e demonstrações que o levem a uma prática.

Nesse sentido, a experimentação, mediante a observação de fenômenos em um curso de Ciências, pode ainda ser um instrumento na criação de conflitos cognitivos. Dessa maneira, Carvalho (1998) define o conflito cognitivo como uma estratégia segundo a qual o aluno aprende se suas concepções espontâneas são colocadas em confronto com os fenômenos ou com resultados experimentais.

Dando continuidade, a atividade experimental questionou os alunos se todos os alimentos contêm amido. Além disso, inquietou-os perguntando como iriam fazer para identificar os alimentos que tem amido ou não com os materiais disponibilizados na bandeja. A fim de que isto ocorresse, era preciso que eles observassem, conversassem e identificassem o material primeiro para nos responder depois.

Eles expuseram o seguinte: *Iremos identificar usando a tintura de iodo que está como material para usarmos (A05, 2019). E A tintura de iodo, ela é igual a um corante (A10, 2019).* Nesse momento, nós estávamos buscando o conhecimento prévio quanto à atividade experimental, se eles conheciam todos os materiais e sua utilidade, porque em relação ao conceito de amido, o professor já havia explicado.

Os alunos - nesse primeiro momento - estavam calados e tímidos, percebemos um pouco de insegurança, sabemos que isso poderia ocorrer, porque eles não realizavam esse tipo de atividade, e como não tinham livros e caderno para irem buscar as possíveis respostas, eles não se sentiram à vontade em participar. Ao percebemos a participação de dois alunos, continuamos problematizando.

Demos continuidade, prosseguimos com os nossos questionamentos: Por que e para que a tintura de iodo em nosso experimento? Três alunos responderam: *Para dar a cor (A02, 2019). É um corante (A01, 2019). E Vamos usar o iodo como corante, os alimentos que tiverem as mesmas cores. Eu acho que são os que têm presença de amido (A19, 2019).*

A partir desse momento em que eles pontuaram, foi significativo, porque estavam conseguindo responder à situação-problema, ou seja, começaram a elaborar suas hipóteses,

apesar de o termo hipótese ser desconhecido, por ainda não o terem escutado. Continuamos com as indagações: Usar esse iodo para que, os que iremos fazer com esse iodo nos alimentos, já sabem que é um corante? *Vai haver uma reação entre o iodo e o alimento. Eu não sei qual é ainda, vou descobrir quando eu fizer (A10, 2019). E Vamos vê o amido, não sei como será usando iodo, nunca fiz esse experimento (A05, 2019).*

As respostas dos alunos demonstraram o conhecimento prévio de reações, isto é, quando duas substâncias se juntam, ocorre esse processo de reação, mudança de estado. Assim, demos continuidade pelo que eles sabiam sobre o Amido. Dessa maneira, perguntamos se eles sabiam identificar, dentre os alimentos da bandeja, quais, sem precisar usar o iodo, apresentavam uma maior concentração de amido?

Como o professor já havia ministrado a aula sobre os alimentos e citado a composição do amido, antes deles testarem, queríamos saber se poderiam identificar alguns dos alimentos que contém amido, isto é, a maior concentração. Logo, alguns responderam: *o arroz (A01, 2019), o arroz (A04, 2019)* e outros alunos confirmaram: *o arroz (A05, A08, A10, A19, 2019)*. A partir da resposta desses alunos, perguntamos para a turma se todos concordavam com a resposta dos colegas, disseram: *sim*.

Portanto, todos - de acordo a orientação - começaram a testar suas respostas. Orientamos que os alunos anotassem suas hipóteses, as situações problemas anotadas antes de realizarem os testes. Assim, demos um tempo para organizarem o texto e as anotações.

Concluídas as anotações preliminares, os discentes puderam começar a realizar seus testes e, sempre verificando suas hipóteses levantadas, no momento do diálogo inicial, acrescentaram as observações no rol de anotações (FIGURA 01). Vamos descrever como foi realizado por equipe esse momento das comprovações de suas hipóteses, dos testes e a interação dos grupos na atividade experimental.

Figura 01: Testando as hipóteses.



Fonte: As autoras (2019).

Ocorreu que as equipes criaram seus critérios em qual alimento iriam começar aplicar a quantidade de iodo, como também o aluno-redator do relatório, visto que não direcionamos a uma estrutura, e assim os alunos tiveram autonomia para descrever o processo de como ocorreu o experimento, até suas conclusões.

- **Equipe 01:** O A 4 - pegou o iodo, colocou três gotas no leite, os demais começaram a misturá-la com o dedo, em suas falas percebiam a textura da mistura e da cor, que ficou um alaranjado. Foram colocando um pingo em cada alimento e tocando também para saber sobre a textura dos alimentos que iriam se modificando. Dois alunos sintetizaram suas descobertas:

Os alimentos pão integral e de leite, o arroz cru e o cozido, a maisena (amido de milho), batata, cenoura e maçã ficaram com uma cor roxa, sendo que a batata, a cenoura e a maçã demoraram a escurecer (A02, 2019).

Já o leite, o sal, a banana, o ovo, o chocolate branco, pimentão e o açúcar ficaram alaranjado (A02, 2019).

- **Equipe 02:** Eles começaram pelo arroz, o indicativo da hipótese inicial, ao aplicarem a tintura de iodo no arroz cru, observaram que esse teve uma coloração preta, então partiram de sua teoria do arroz cru, que indica que os alimentos que teriam a coloração preta seriam aqueles que apresentariam, em sua composição, a presença de amido.

O arroz cru apresenta a coloração preta e tem uma grande quantidade de amido e sua composição (A06, 2019).

Veja bem do preto sai para uma cor azul escuro, um azulado (A08, 2019).

O sal ficou amarelo queimado (A07, 2019).

Observamos a batata, ela ficou com uma cor estranha no começo, e depois de alguns minutos foi escurecendo (A10, 2019).

Nessa equipe, após as verificações, sustentaram sua hipótese inicial, ou seja, partiram do arroz cru, e defenderam a explicação do professor, isto é: *todo amido é um carboidrato (P01, 2019).*

- **Equipe 03:** Os alunos fizeram os testes em todos os alimentos e começaram pelo chocolate branco, colocaram de três a quatro gotas de iodo, sua coloração ficou alaranjado, colocaram na maisena e está ficou preta, de imediato; já na batata, esta demorou alguns minutos, mas ficou escura.

*No sal não houve reação (A11, 2019).
É porque é ácido (A10, 2019).
Nós indagamos: Vocês sabem a composição do sal?
É sódio (A11, 2019)
Hum, não tem nada haver em ser ácido, o sal é sódio, entendi, (risos) (A10, 2019).
Os alimentos que não estão com coloração roxa não têm amido (a13, 2019).
Os alimentos que na sua cor ficaram preto é os que tem a presença de amido (A09, 2019).*

Nessa equipe, os alunos conseguiram identificar as hipóteses iniciais, como também relacionar os alimentos que em sua composição tinham presença de amido.

- **Equipe 04:** Os alunos começaram a experimentar, colocando a tintura de iodo no pão. E entre eles começaram os argumentos, entre risos e curiosidades:

*Os alimentos secos não têm presença de água, o arroz temperado, tem uma outra coloração (A15, 2019).
Então, no caso da banana, ela tem água e tem outra cor (A17, 2019).
O chocolate tem outra substância e ele não pode ter a coloração, escura como a do arroz (A16, 2019).
Então podemos dizer que os alimentos sem água que vai dizer se tem ou não amido (A17, 2019).
Por que usamos o iodo ou corante? (A18, 2019).
Para aparecer cor, a cor do amido aparece, já que o iodo é de outra substância (A17, 2019).*

Com a equipe 04, em nossa percepção, sobre a aplicação do experimento, a dúvida do aluno A17, não o auxiliamos para a reformulação da sua hipótese inicial, visto que ele, em suas conclusões, continuou inferindo o arroz e a presença de água, fatores preponderantes para a presença do amido. Nesse momento da nossa análise, assinalamos como um ponto negativo nosso, provocando no aluno uma confusão de ideias e dúvidas, e deixamos em aberto porque poderia ser enriquecedor no aprendizado do aluno A17, se retornássemos com ele a problematização das hipóteses e, com isso, iríamos auxiliá-lo a reconstruir o seu conceito.

- **A equipe 5:** Em seus testes começaram pelo indicativo, isto é, o que tinha a maior concentração de amido, o que está no copo de café, como mostra na (FIGURA 02), a maisena que é próprio amido de milho. Então indagamos: Por que vocês começaram com a maisena? Relembrando que, em todo o processo do teste, não determinamos em qual alimento precisavam iniciar, e antes de começarem, seis alunos e a turma concordaram que era o arroz o indicativo de amido.

Figura 02: Começaram pelo alimento indicativo - o Amido.



Fonte: As autoras (2019).

Eles responderam: *A gente deduz que quando colocamos na maisena, ela ficou com a cor azulada, um preto puxado, é porque é o amido. Então os alimentos que tiverem a mesma cor têm presença de amido na sua composição (A20, 2019).*

Complementou outro aluno: *Como no arroz que foi a ideia primeira da turma, mas entre esses alimentos temos o próprio amido, que é a maisena (A19, 2019).*

A equipe prosseguiu em seus testes, com segurança de suas hipóteses, identificando os alimentos que continham pouca quantidade de amido, por exemplo, era a batata e a cenoura.

A afirmativa do A20 foi precisa, onde podemos perceber a compreensão do conhecimento e todo o processo da atividade experimental, isto é: *os alimentos de origem animal não contêm amido, essa foi a nossa segunda conclusão, como o leite, chocolate e o ovo, alimentos da nossa bandeja (A20, 2019).*

Como o tempo de aula é de quarenta e cinco minutos, tivemos de deixar a conclusão das equipes para outro momento. Portanto, retornamos com as conclusões e tiramos as possíveis dúvidas surgidas. Por equipe, eles fizeram um breve relato.

Então começamos com o questionamento ao retornarmos as nossas hipóteses iniciais, conseguimos responder nossa questão problematizadora: Dos alimentos que consumimos em sua composição e apresentam-se várias substâncias, como podemos encontrar a presença do amido ou não, em quais alimentos? Equipe 02: *Concluimos que os dois tipos de pão apresentam amido, e a maisena também (A06, 2019).*

Nesse momento, vimos a necessidade de explicar alguns termos a serem utilizados em uma pesquisa, ou seja, aqueles que nos esclarecem o momento em que o aluno se depara com novas terminologias, enriquecendo o seu vocabulário, tais como: hipóteses, testar, comprovar e indicativo.

Diante desse cenário, ocorrendo mudanças conceituais, os obstáculos epistemológicos - segundo os apontamentos de Bachelard (1996) - ajudam-nos na compreensão de uma ruptura que o conhecimento científico se constrói, isto é, são pelas rupturas que se passará do “conhecimento vulgar” para o conhecimento científico (BACHELARD, 1969, p. 143).

O não reconhecimento dos professores de que há também “obstáculos pedagógicos” para a formação do pensamento científico do estudante, é criticado por Bachelard (1969). Sua prática de educador parece tê-lo convencido, mais do que a outros, de que os “obstáculos” não podem ser negados, negligenciados, escamoteados, na tarefa educacional. Ele diz que “Sempre me surpreendeu o fato de que os professores de Ciências, mais que os outros, não compreendem que não se possa compreender. Poucos são aqueles que aprofundam a psicologia do erro” (BACHELARD, 1969, p. 150).

Assim, ao considerar que o estudante chega à aula de Ciências com conhecimentos empíricos já construídos, fruto de sua interação com a vida cotidiana, ele argumenta que durante a educação escolar, não se trata de “adquirir uma cultura experimental, mas de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já amontoados pela vida cotidiana” (BACHELARD, 1969, p. 150).

Por conseguinte, prosseguimos nas conclusões dos alunos que, em suas falas, a partir delas, podemos identificar dúvidas em relação à presença da água, sendo este o fator preponderante para que aqueles alimentos que continham água não tivessem amido. Assim, o Grupo 5 – A 07 relatou que a maisena ficou um pouco estranha. Nisto, houve alimentos que demonstraram que ficaram molhados e outros secos.

Desse modo, procuramos trazer essas conclusões para evidenciar quando o conhecimento é construído conjuntamente, isto é, professor e aluno, discente e estudante. Nessa interação, de acordo com Vygotsky, citado por Gaspar (2005, p 16): “sem a interação e o auxílio de mais experiente, não tem como ocorrer a reconstrução dos conceitos, ou seja, a reformulação do conhecimento de senso comum para o conhecimento científico”. Em outras palavras, nesse ressignificar é que vai refletir no processo cognitivo e na aquisição de novos conceitos.

No diálogo entre os alunos, percebemos muito claro esse ressignificar do conhecimento. O aluno A04 conseguiu perceber a dúvida do aluno A07, ou seja, partiu de uma situação problema para que o A07 compreendesse que a presença de água não era o fator predominante para aquela investigação.

Grupo 1 – Em que alimentos ficaram molhados? Se você olhar primeiro não têm alimentos líquidos, ao colocar o iodo ele era absorvido pelo alimento e colocamos apenas pingos de iodo não tinha deixar molhado o alimento (A04, 2019).

Grupo 5 – Entendi, verdade agora vendo direito, os alimentos não ficam molhados (A07, 2019).

Grupo 1 – É por isso que nenhum alimento ficou molhado ou úmido, mas o que estamos querendo comprovar é sobre os alimentos que sua cor ficou igual ao da maisena, ele tem amido em sua composição (A01, 2019).

Grupo 5 - Hum... verdade, nos nossos alimentos foi isso que ocorreu também. Sendo que em alguns demorou um pouco para que a reação ocorra, tipo a batata, isso explica que nesses alimentos tem pouco amido (A20, 2019).

Grupo 3 – O amido pode ser encontrado em vários alimentos, sendo que os outros que não têm é porque apresentam vitaminas, proteínas, tem outras substâncias (A12, 2019).

Os momentos de diálogos entre os alunos foram significativos, porque eles desenvolveram habilidades, utilizaram novos termos em seus argumentos, comportamento adequado, sem indisciplina, sem desrespeitar a opinião do outro, e sim complementando e preocupados uns com os outros para que todos pudessem compreender o que estavam realizando, um grau de maturidade antes desacreditado pelo professor.

É na concepção da maturidade que Vygotsky (1986) aponta como um fator é preponderante para o desenvolvimento cognitivo, porém foi essa uma das nossas preocupações em coletarmos os dados da pesquisa com os discentes do 8º ano, isto é, por estarem na fase de amadurecimento intelectual, e apresentaram uma participação mais ativa na investigação.

Por conseguinte, voltamos para o objetivo da atividade planejada. Nisto, o aluno seria capaz de identificar o amido e diferenciar tipos de alimentos por sua constituição, a partir da sua aplicação.

Logo, os alunos com a interação do grupo conseguiram atingir o objetivo proposto e, ao término do processo, eles elaboraram um relatório, usaram seus critérios para transcrever suas observações e conclusões.

Nesse sentido, na aplicação da atividade experimental, podemos identificar várias habilidades, tais como: elaborar hipóteses, observar, testá-las e reformulá-las, como também identificar, descrever e relatar.

Conforme Gatti (1997), evidencia-se nisto que essas habilidades podem ser entendidas como capacidades que tornam o indivíduo competente, uma vez que a descrição e o relato foram fracos, provavelmente isto se dá em virtude de os docentes ainda não tiverem realizado esse tipo de atividades experimental, e, conseqüentemente, não tiveram o domínio com propriedade do que iriam descrever. Por isso, eles foram transcrevendo suas observações e repetições das falas dos colegas, da pesquisadora e do professor, como podemos verificar nos relatos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A trajetória percorrida por esta pesquisa não tem a pretensão de esgotar a discussão sobre habilidades cognitivas desenvolvidas a partir das atividades experimentais, muito pelo contrário, os estudos nos mostram que o aprofundamento acerca da temática é fundamental para o processo ensino-aprendizagem que considere uma reformulação contínua do pensamento cognitivo do aluno, e que eles possam fundamentar esta sistematização em conhecimento científico.

Assim, visa compreender que as aplicações das atividades experimentais vão muito além de uma comprovação da teoria pela prática ou vice-versa. A teoria do desenvolvimento cognitivo nos trouxe fundamentos epistemológicos com a teoria das habilidades, nos sinalizando que há muito a ser pesquisado.

Portanto, o presente artigo é uma parte da pesquisa realizada para a obtenção do título de Mestre, da pesquisadora, o ressignificar do conhecimento, visto que a aplicação de uma atividade experimental se aborda muito além de uma simples comprovação de teoria, em uma prática.

Significa também a interação dos conhecimentos adquiridos nas trocas de experiências durante um período de dois anos participando do grupo de Pesquisa Alternativas Inovadoras, para o Ensino de Ciências Naturais na Amazônia – AIECAM, vinculado a CNPQ/UEA, desde de 2013.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **O novo espírito científico**. Tradução Juvenal Hahne Júnior. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro LTDA, 1968.

BACHELARD, G. **A formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições LDA, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>> Acesso em: 2 jan. 2019.

CALDEIRA, A.M.A. **Análise Semiótica do Processo de Ensino e Aprendizagem**. Tese de Livre-docência. Unesp, Bauru, 2005.

CAMPOS, M. C da C; NIGRO, R. G. **Didática de Ciências: O Ensino Aprendizagem Como Investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CANAVARRO, J.M. **Ciência e Sociedade**. Coimbra: Quarteto Editora, Coleção Nova Era, 1999.

CARVALHO, A. M. P *et al.* **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M. P. Uma Metodologia de Pesquisa para Estudar os Processos de Ensino e Aprendizagem em Salas de Aula. *In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias*. Ijuí (RS): ed. Inijuí, 2006.

CARVALHO, A. M. P; SASSERON, L. H. (2016). **Ensino de Física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino sobre calor e temperatura/Physics teaching by inquiry: theoretical references and the researches on inquiry-based teaching sequence**. *Ensino Em Re-Vista*, 22(2), 249-256. < <https://doi.org/10.14393/ER-v22n2a2015-1> >. Acesso em: 02 fev. 2020.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciências Afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense. 2009.

FONSECA, V. **Desenvolvimento cognitivo e Processo de Ensino-Aprendizagem: abordagem psicopedagógica à luz de Vygotsky**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2018.

FREIRE, P. **A pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GARRET, R. M. Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, 6 (3), 1988. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/38991264.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2020.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino fundamental**. São Paulo: Àtica, 2005.

GATTI, B. A. Habilidades Cognitivas e Competências Sociais *In: UNESCO. Laboratório Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación: Marco Conceptual*, 1997.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MALHEIRO, J. M. S; TEIXEIRA, O. P. B. A Resolução de Problemas de Biologia com base em atividades experimentais investigativas: uma análise das habilidades cognitivas presentes em alunos do ensino médio durante um curso de férias. **Anais do VIII ENPEC**. Campinas, 2011. Disponível: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0280-2.pdf> >. Acesso em: 30 abr. 2019.

MOREIRA, M. A. E LEVANDOWSKI, C. E. **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MORETTO, V. P. **Planejamento: planejando a educação para o desenvolvimento das competências**. Petrópolis: Vozes, 2013.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regularização das aprendizagens: entre duas lógicas**. Porto Alegre, Artmed, 1998.

POPPER, K. S. **Conhecimento objetivo:** uma abordagem evolucionária. São Paulo: Itatiaia: EDUSP, 1975b.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamiento y lenguaje.** Buenos Aires, Editorial Lautaro, 1964.

VYGOTSKY, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: LURIA, A. R *et al.* **Psicologia e pedagogia:** Bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. v.1, 1. ed. Lisboa: Estampa, 1986.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** Tradução. José Cipolla Neto *et al.*, São Paulo, Livraria Martins Fontes, 1984.

CAPÍTULO VIII

EU, O GRUPO AIECAM E O LASERA MANAUS

*Tathiana Moreira Diniz Ribeiro Cotta**

tcotta@uea.edu.br

Membro do grupo de Pesquisa AIECAM

INTRODUÇÃO

Vim de Minas Gerais para o Amazonas em 2008 e comecei a dar aulas como professora temporária na UEA em 2009. A tarefa de transmitir conhecimentos foi se tornando para mim uma missão especial. Comecei a buscar maneiras de facilitar o processo de aprendizagem dos meus alunos. Foi uma caminhada difícil porque, sendo professora de Física para alunos dos cursos de engenharia, eu via a maioria dos alunos desistirem de sua futura profissão devido às dificuldades que enfrentavam nas disciplinas básicas. E eu me sentia extremamente frustrada por não ser capaz de impedir que a dissidência fosse tão grande.

Em algumas turmas, mais da metade dos alunos abandonam o curso antes da realização da última avaliação. Dei início à minha busca por soluções. Comecei a experimentar coisas novas na sala de aula, procurei ver as coisas do ponto de vista dos estudantes e não dos professores.

* Doutora em Ciências Físicas pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

Mas a minha formação profissional não ajudava muito porque eu fiz bacharelado em Física e não tive oportunidade de estudar durante a minha formação profissional nada a respeito do processo de ensino-aprendizagem. Mas, quando eu estava cursando o mestrado um dos meus professores me disse que o trabalho de um físico é buscar soluções! Então, fui em busca delas.

Em 2016, já como professora adjunta da UEA, ouvi dizer a respeito de uma professora que trabalhava na Escola Normal Superior e que fazia pesquisa em ensino. Fui atrás dessa professora, que não era ninguém menos que a Profa. Dra. Josefina Kalhil. Ela acolheu minhas inquietações e me convidou a entrar para o seu grupo de pesquisa Alternativas Inovadora para o Ensino de Ciências naturais na Amazônia, nosso AIECAM que completou agora seus 10 anos!

Entrei para o grupo em 2017 e, de lá para cá, um mundo de novas experiências e novos conhecimentos se abriram para mim. Mas não foi fácil, ainda não é. Preciso estudar muito para conseguir ir em busca dos meus propósitos como educadora. Faltava-me a base para entender o funcionamento da pesquisa em Ciências Humanas e Sociais.

Mas quando li a respeito da Teoria da Aprendizagem Significativa encontrei o norte dos meus propósitos. Foi na obra de Marco Antônio Moreira que li sobre o mapeamento conceitual pela primeira vez. E eu precisava saber mais, muito mais. Consegui três livros originais do próprio Joseph Novak.

O **primeiro** foi *Aprender, criar e utilizar o conhecimento*, lançado em Portugal no ano de 2000 pela editora Plátano. O **segundo** foi *Uma teoria de educação* que foi traduzido pelo próprio Marco Antônio Moreira e lançado no Brasil em 1981 pela editora Pioneira. E o **terceiro** foi, finalmente, o *Learning How to Learn* reimpressão de 1996 da Cambridge University Press.

Comecei a utilizar o mapeamento conceitual em sala de aula e vi um resultado surpreendente! Consegui diminuir a evasão nas minhas turmas e consegui ajudar os meus alunos a atingirem um nível bem mais profundo de entendimento nas disciplinas de Física. Consegui ainda identificar quais eram os problemas que os alunos enfrentavam que os impediam de realmente entender, por exemplo, as leis de Newton.

Assim, comecei a trilhar meu caminho para fazer pesquisa na área de ensino. E, com o apoio da professora Josefina, entrei como professora permanente do Programa de Pós Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, PPGEEC. Nesse programa tenho a oportunidade de orientar alunos de mestrado que são professores ou que pretendem ser.

Assim, vamos conseguindo reconstruir e melhorar a base da educação na nossa região e também contribuir para a melhoria desse processo no Brasil. O grupo AIECAM é muito ativo nesse programa e temos muitos professores do grupo que também orientam alunos do PPGEEC.

Como colaboradora do AIECAM participei das comissões organizadoras no LASERA Manaus 2017 e no LASERA Manaus 2018. Ajudar na organização desses eventos foram experiências de grande aprendizado para mim. Também fiquei extremamente honrada ao ser convidada a ministrar a palestra de abertura do LASERA Manaus 2018 com o tema Educação STEAM Integrada (STEAM representa Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics).

E na oportunidade discutimos a respeito dos fundamentos da educação STEAM. Sendo uma abordagem relativamente nova na época, muitas dúvidas a respeito do quê esse tipo de educação representa, estavam surgindo, não apenas entre nós do grupo AIECAM, como também para todos os participantes do evento. Tivemos várias perguntas interessantes logo após a palestra e posteriormente.

Seguimos estudando e aprimorando nossos conhecimentos sobre esse tipo de educação porque nosso grupo como um todo acredita que o caminho da educação STEAM é uma chave para realmente melhorar o processo de ensino e aprendizagem de um modo geral. A educação fragmentada em disciplinas isoladas não permite ao aluno entender os problemas que envolvem sua futura profissão de maneira integrada. O que gera sempre a pergunta recorrente entre eles: “mas para quê eu tenho que estudar isso?”.

Participar do LASERA Internacional em Guaiquil no Equador foi também uma experiência magnífica! Foi uma viagem realmente incrível. O evento internacional é uma oportunidade maravilhosa de trocas de experiências entre os professores, principalmente, da América Latina. E, foi durante esse evento que eu pude perceber que os problemas nas escolas e faculdades são praticamente os mesmos em todos os lugares! Todos os professores enfrentam basicamente os mesmos desafios e todos os estudantes basicamente as mesmas dificuldades. A pesquisa em educação realmente precisa ser mais valorizada e mais trabalhada por todos aqueles que se dizem educadores.

É mesmo de se impressionar como as ciências naturais evoluíram nos últimos anos e as ciências humanas e sociais ainda estão muito presas ao passado, sobretudo, no que diz respeito à Educação. Segundo Morin, em seu livro *Introdução ao pensamento complexo*, foi a disjunção entre o pensamento científico e a reflexão filosófica, proposta por Descartes no século XVII, que promoveu tanto os grandes avanços científicos quanto a rejeição do pensamento filosófico. Tornando assim a ciência incapaz de refletir sobre si mesma e relegando a filosofia a um patamar de menor importância perante a ciência. Isso fez do ensino um manual de conteúdo a

serem decorados pelos estudantes e deu crédito à ideia ilusória de que “entupir” a cabeça dos alunos com coisas (que na verdade nem fazem sentido para eles) era a melhor forma de educar.

Em seu livro *Cabeça bem-feita*, Morin defende que “mais vale uma cabeça bem-feita que uma cabeça bem cheia”. E que “o aprendizado da vida deve dar consciência de que a ‘verdadeira vida’ ... não está tanto nas necessidades utilitárias - às quais ninguém consegue escapar -, mas na plenitude de si e na qualidade poética da existência, porque viver exige, de cada um, lucidez e compreensão ao mesmo tempo, e, mais amplamente, a mobilização de todas as aptidões humanas” (MORIN, 2017, p. 54)

Essa mobilização de aptidões humanas pode ser alcançada com a formação integral do ser humano. No entendimento de Morin, a formação deve contemplar ao mesmo tempo “uma aptidão geral para colocar e tratar os problemas” e também “princípios organizadores que permitam ligar os saberes e lhes dar sentido”.

Para isso, precisamos, urgentemente, de mais pesquisas, de mais eventos, de mais professores engajados nessa luta. Foi com esse espírito que assumi a coordenação da organização do LASERA Manaus 2019! E foi uma experiência única! Trabalhamos muito e conseguimos realizar um ótimo evento. Demos início à organização da estrutura do evento no ano anterior, logo no encerramento do evento de 2018. Eu queria dar mais visibilidade ao nosso evento e iniciamos as divulgações já em meados de março de 2019.

Conseguimos, através da imprensa da UEA, uma reportagem divulgada no site da UEA e o folder do evento nas versões impresso e digital. Além disso, nosso grupo conseguiu uma entrevista na Rádio Band News na qual falamos a respeito da jornada do evento e das novidades da programação planejada para 2019. O resultado dessa estratégia de divulgação foi melhor do que podíamos esperar. Aconteceu que o nosso folder rodou toda a região norte e ainda chegou ao nordeste. E tivemos, além dos participantes do Amazonas, outros do Acre, Mato Grosso, Roraima, Rondônia, Pará e Paraíba, o que totalizou 221 pessoas inscritas de 29 instituições de ensino diferentes. Nosso evento regional estava tomando proporções nacionais!

Na ocasião tivemos 87 trabalhos completos submetidos em forma de artigos para apresentação oral e 37 trabalhos submetidos em forma de resumo para apresentação em banner. Foi um trabalho colossal avaliar tudo isso! Ampliamos a comissão científica do evento de 15 para 23 professores doutores de diversas áreas: ciências, matemática, física, biologia, ciências da computação, química, pedagogos e especialista em cultura indígena.

Cada trabalho foi avaliado por dois membros da comissão científica e, no caso de pareceres divergentes, um terceiro avaliador era acionado para decidir pela aprovação, ou não,

do trabalho. Elaboramos uma planilha com as informações pertinentes a cada trabalho para viabilizar esse processo de avaliação que foi todo manual e ficou evidente que, para continuar a realizar um evento desse porte, precisaríamos providenciar meios tecnológicos para agilizar nosso trabalho.

No final, tivemos 62 artigos aprovados para apresentação oral, desses, 9 tiveram a indicação para serem publicados na Revista REAMEC. Dos resumos, tivemos 32 trabalhos aprovados para apresentação em banner. Queríamos que todos tivessem a oportunidade de participar ao máximo das atividades oferecidas pelo evento. Fizemos um levantamento, entre os autores dos trabalhos, a respeito do interesse em participar dos minicursos e de cada uma das oficinas. Com isso organizamos os dias e horários das apresentações orais de modo que não coincidissem com a inscrição dos autores nas outras atividades do evento.

A palestra de abertura do LASERA 2019 foi proferida pela Profa. Dra. Marta Maria Pontin Darsie da Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, na noite do dia 18 de setembro de 2019 no auditório da reitoria da UEA. Ela falou sobre a formação de doutores, fazendo uma retrospectiva da atuação do Programa de Doutorado em Educação em Ciências e Matemática oferecido pela associação Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, REAMEC.

Essa rede conta com 28 instituições de ensino superior na Amazônia Legal, e possui 50 professores credenciados, 24 professores colaboradores de várias regiões do Brasil e 5 colaboradores estrangeiros. Até 2019, já haviam se inscrito no programa 224 alunos e desses 51 já haviam defendido sua tese de doutorado.

Os objetivos dessa rede são a formação de doutores em duas linhas de pesquisa: a Formação de Professores para a Educação em Ciências e Matemática e Fundamentos e Metodologias para Educação em Ciências e Matemática. A REAMEC se propõe a formar doutores nessas áreas que atuem principalmente nas licenciaturas em Química, Física, Biologia, Matemática e Pedagogia de modo que se torne viável a melhoria tanto na qualidade do ensino quanto da pesquisa em educação na região Amazônica.

As atividades programadas para o evento tiveram início às 8 horas do dia 19 de setembro com as apresentações orais e a Oficina 1 do professor mestre Leandro Barreto Dutra intitulada *O professor e o ator: quais interações são possíveis*. Todos os participantes gostaram muito dessa oficina que foi muito dinâmica e descontraída. No horário das 10 horas foi a vez da Oficina 2 intitulada *Ensino de Química pelo viés da cultura Amazônica: uma abordagem intercultural* proferida pelas professoras Dra. Ercila Pinto Monteiro e pela professora Dra.

Lúcia Helena Soares de Oliveira. Todas duas desenvolvem trabalhos magníficos com populações indígenas e trazem questões interculturais em seus trabalhos de pesquisa.

Na parte da tarde foi a vez da Oficina 3 *STEAM na educação 4.0* ministrada pelo professor mestre Geraldo de Pontes e Souza que sempre traz temas atuais em relação à utilização da Educação STEAM em sala de aula. Em seguida, foi a seção de apresentação dos pôsteres e tivemos trabalhos muito elogiados.

No dia 20, foram realizados os dois minicursos super aguardados pelos participantes! O Minicurso 1 foi *Robótica na Educação: Integrando Scratch e Arduino em sala de aula* que foi ministrado por Lucas Teixeira do Nascimento e João Paulo Felizardo Lima e Silva. Alunos do professor da UEA mestre Almir Oliveira, quem realiza atividades de inclusão da robótica em escolas públicas de Manaus. E o Minicurso 2 foi *Experiências pedagógicas: ensino de Ciências e STEAM* da professora doutora Edna Lopes Hardoin da Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT. Bióloga, ela desenvolve trabalhos em educação inclusiva e STEAM.

A palestra de encerramento do evento contou como o professor doutor Cesar Eduardo Mora Ley do Instituto Politécnico Nacional do México e com a ilustre presença do reitor de nossa universidade professor Dr. Cleinaldo de Almeida Costa.

Nos últimos anos os eventos LASERA Manaus e LASERA Internacional veem propondo temas dentro da metodologia STEAM porque consideramos que é desse tipo de educação que precisamos para conseguir preparar os estudantes para uma vida profissional plena. Promover a integração dos conhecimentos é um caminho eficiente para promover em nossos alunos uma *cabeça bem-feita* tal como defendida por Morin. Muitas instituições de ensino já reconhecem o valor da educação STEM mas não incluem as artes para trabalhar com o STEAM.

É claro que a integração do conhecimento proporcionada pelo STEM é totalmente válida e muito preciosa. A educação STEM traz significado para os conteúdos que os alunos precisam aprender. Mostra para eles como utilizar a matemática nas ciências, o porquê da necessidade de estudar um determinado conteúdo que para eles parece inútil. Além, é claro, de promover o trabalho em equipe. Isso é uma joia rara no mundo de hoje. Cada vez mais o mercado de trabalho exige isso das pessoas e esse aprendizado precisa ser trabalhado nas escolas e faculdades.

O ensino de ciências, muitas vezes, fica restrito ao lado racional dos problemas. Isso prejudica não somente o desenvolvimento de uma visão holística do problema com também atrapalha as relações sociais e conseqüentemente o trabalho em equipe. E as artes podem

contribuir nesse quesito, ao solicitarmos que os alunos desenvolvam projetos artísticos em grupos. Assim, com a integração das artes trabalhamos STEAM que é uma abordagem mais completa.

LASERA Manaus 2019 deixou saudades!!!

Além de todos os benefícios que a educação STEM oferece, a educação STEAM pode desenvolver outra habilidade que o mercado de trabalho tem valorizado muito: a criatividade! O STEAM proporciona o desenvolvimento da criatividade porque, segundo David A. Sousa em seu livro *From STEM to STEAM: using brain-compatible strategies to integrate the arts*, “Arte e ciências não competem; elas são complementares. As artes criam uma visão muito subjetiva do mundo, enquanto a ciência cria uma visão objetiva. O cérebro de uma pessoa precisa de ambas as visões para tomar decisões adequadas.” Isso concorda exatamente com o que Daniel Goleman diz em seu best-seller mundial *Inteligência emocional: a teoria revolucionária* que define o que é ser inteligente. Principalmente, no trecho que diz “O cérebro emocional está tão envolvido no raciocínio quanto o cérebro pensante. As emoções, portanto, são importantes para a racionalidade.” Então podemos afirmar com segurança que existe sim a necessidade de trabalharmos ciências e artes de maneira integrada. Alguns críticos do STEAM argumentam que os alunos podem, muitas vezes, ter dificuldades na compreensão das diferenças intrínsecas entre ciências e artes e, com isso, se sentirem perdidos e não entenderem como devem atuar diante de um determinado desafio. No entanto, professores capacitados podem resolver essas questões mostrando aos alunos as relações de complementaridade entre as duas áreas.

As artes evocam emoções e elas aumentam tanto o aprendizado quanto a retenção do conhecimento. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, na visão construtivista de Joseph Novak, pensamentos, sentimentos e ações exercem cada um, papéis fundamentais tanto no processo de aprendizagem quanto no desenvolvimento da criatividade. Isso porque quando pensamos criativamente somos capazes de estabelecer uma comunicação entre partes do cérebro que normalmente não interagem.

A criatividade consiste na busca de possibilidades em relações alternativas para uma determinada situação que normalmente não são levadas em conta. É claro que existem alguns privilegiados que já nascem criativos e conseguem permanecer assim durante toda a sua vida. Mas existem fortes evidências de que a criatividade pode ser ensinada e um meio de fazer isso é através das artes. No entanto, ensinar artes de maneira tradicional, com mera repetição de

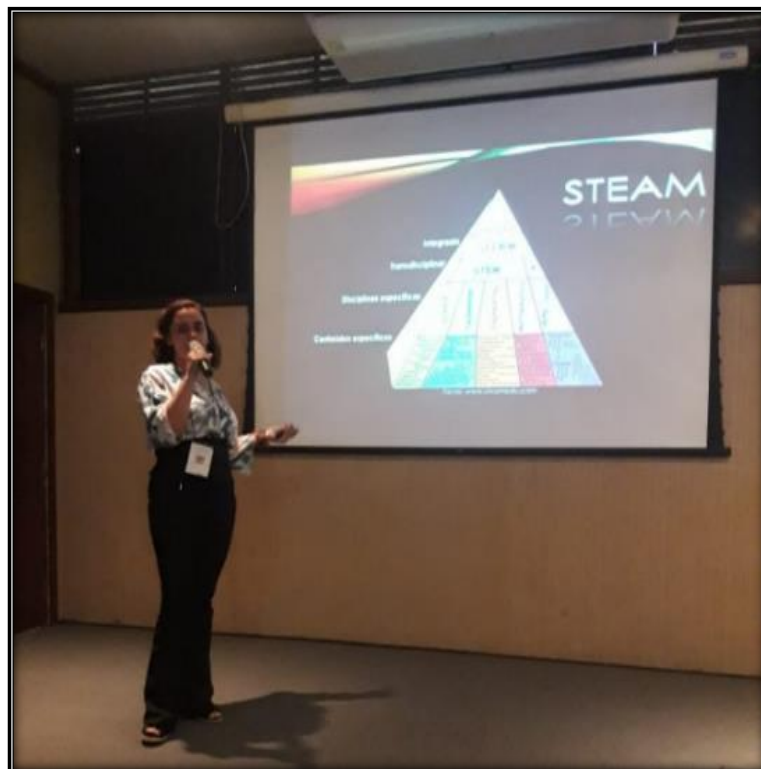
obras já prontas, pode não ser suficiente para atingir esse objetivo primordial. Devemos abrir espaço para que os alunos trabalhem em criações próprias, improvisando eles estarão desenvolvendo o pensamento criativo.

A relação entre STEM, SETAM e metodologias ativas foram discutidas na mesa redonda que participamos no LASERA Manaus 2020, juntamente com a professora Maud Rejane Souza e o professor Wender Antônio da Silva. Nessa ocasião já estávamos vivendo em situação de pandemia do coronavírus e o evento foi totalmente online.

Mas como tudo na vida tem um lado bom, todos os vídeos que fizeram parte do evento estão disponíveis no canal do YouTube do evento LASERA Manaus 2020. Você também pode acessar o vídeo da nossa mesa redonda através do endereço <https://youtu.be/4rismOXdHUw>. Além disso, também contribuímos com a comissão científica do evento de 2020 na análise dos resumos expandidos que foram enviados pelos participantes. É sempre trabalhoso colaborar da organização de um evento científico. Ainda mais com o prestígio alcançado pelo LASERA tanto nacional quanto internacionalmente. Mas também é igualmente gratificante. Tenho muita gratidão por fazer parte de tudo isso. De poder colaborar com o crescimento do grupo AIECAM e do evento LASERA Manaus.

ANEXOS

Figura 01: Palestra de abertura do Simpósio LASERA Manaus 2018.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 02: Abertura do Simpósio LASERA Manaus 2019.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 03: Oficina LASERA Manaus 2019: STEAM na educação 4.0 ministrada pelo professor mestre Geraldo de Pontes e Souza.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 04: Minicurso LASERA Manaus 2019: Experiências pedagógicas: ensino de Ciências e STEAM da professora Dra. Edna Lopes Hardoin.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 05: Palestra de encerramento do Simpósio LASERA Manaus 2019 proferida pelo professor Dr. Cesar Eduardo Mora Ley.



Fonte: Acervo pessoal.

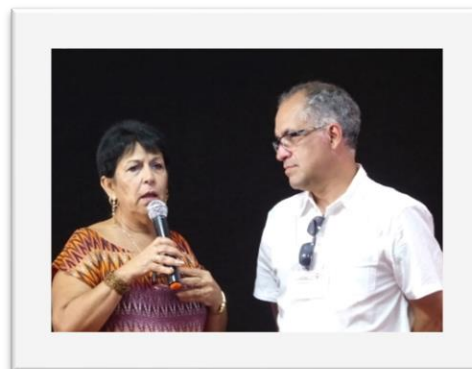
Figura 06: Cerimônia de Encerramento do LASERA Manaus 2019 com o Reitor da UEA professor Dr. Cleinaldo de Almeida Costa.



Fonte: Acervo pessoal.

LASERA 2013

GALERIA DE FOTOS



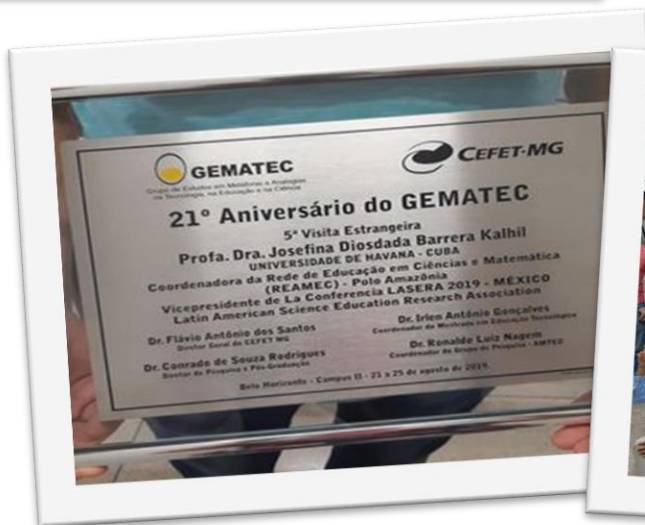
Fonte: Acervo - grupo de pesquisa AIECAM.

LASERA 2014



Fonte: Acervo - grupo de pesquisa AIECAM.

LASERA 2015



Fonte: Acervo - grupo de pesquisa AIECAM.

LASERA 2016



Fonte: Acervo - grupo de pesquisa AIECAM.

LASERA 2017



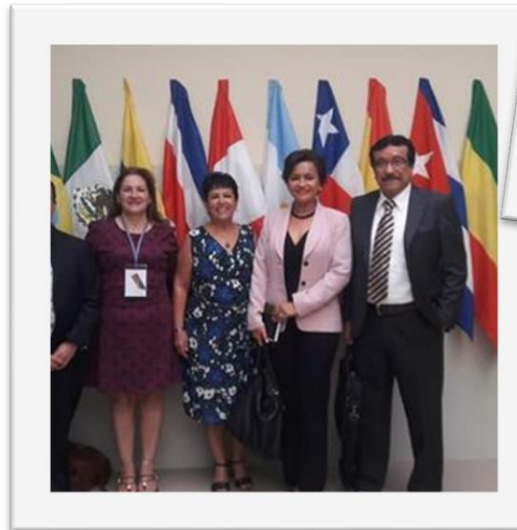
Fonte: Acervo - grupo de pesquisa AIECAM.

LASERA 2017



Fonte: Acervo - grupo de pesquisa AIECAM.

LASERA 2018



Fonte: Acervo - grupo de pesquisa AIECAM.

LASERA 2019



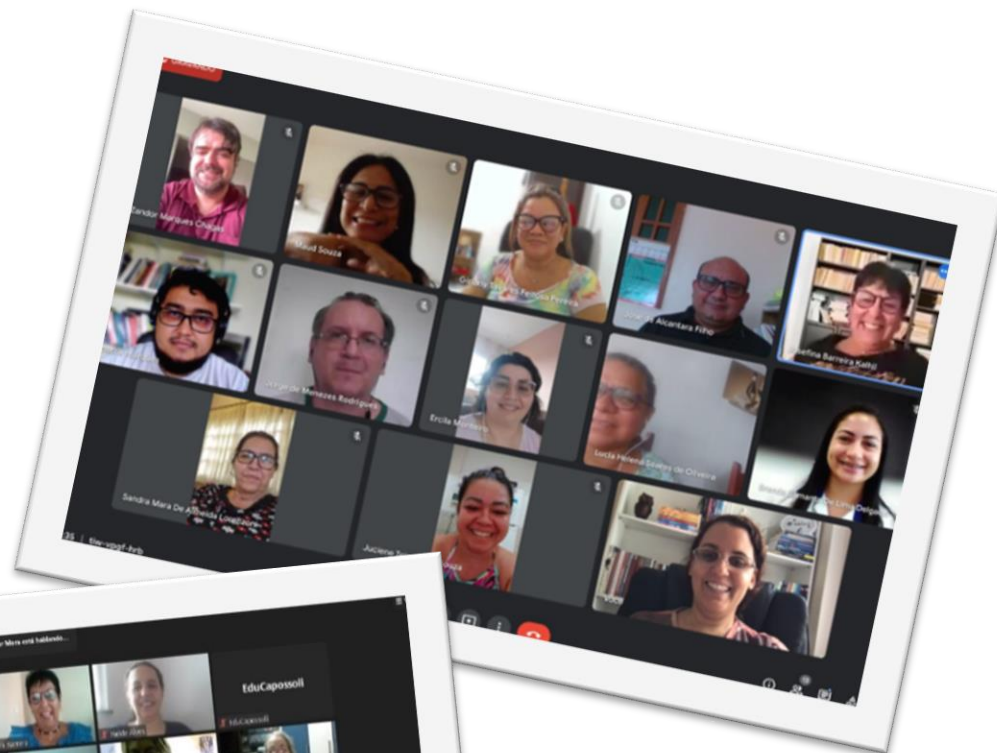
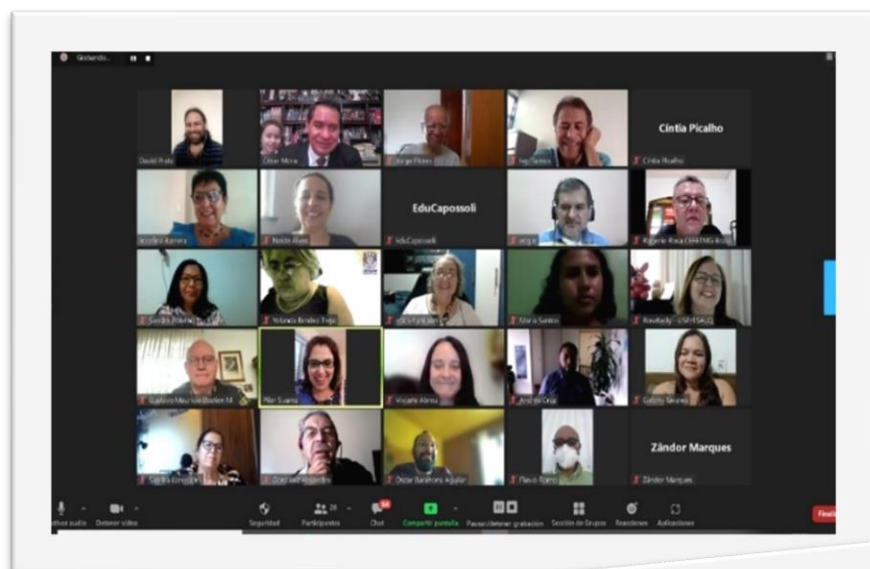
Fonte: Acervo - grupo de pesquisa AIECAM.

LASERA 2020



Fonte: Acervo - grupo de pesquisa AIECAM.

LASERA 2021



Fonte: Acervo - grupo de pesquisa AIECAM.



AIECAM

MÍDIAS

