

CIENCIAS EXACTAS

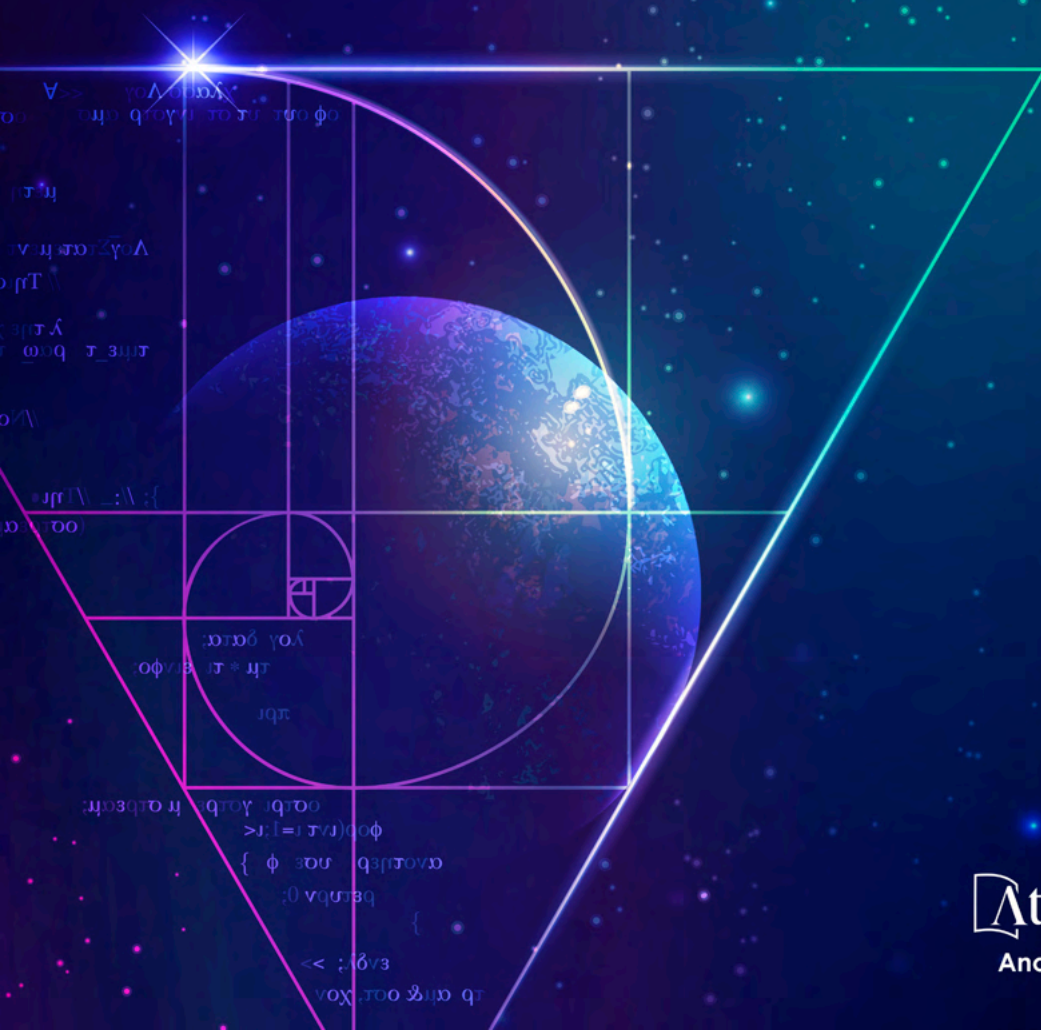
Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción

4

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA

(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2022

CIENCIAS EXACTAS

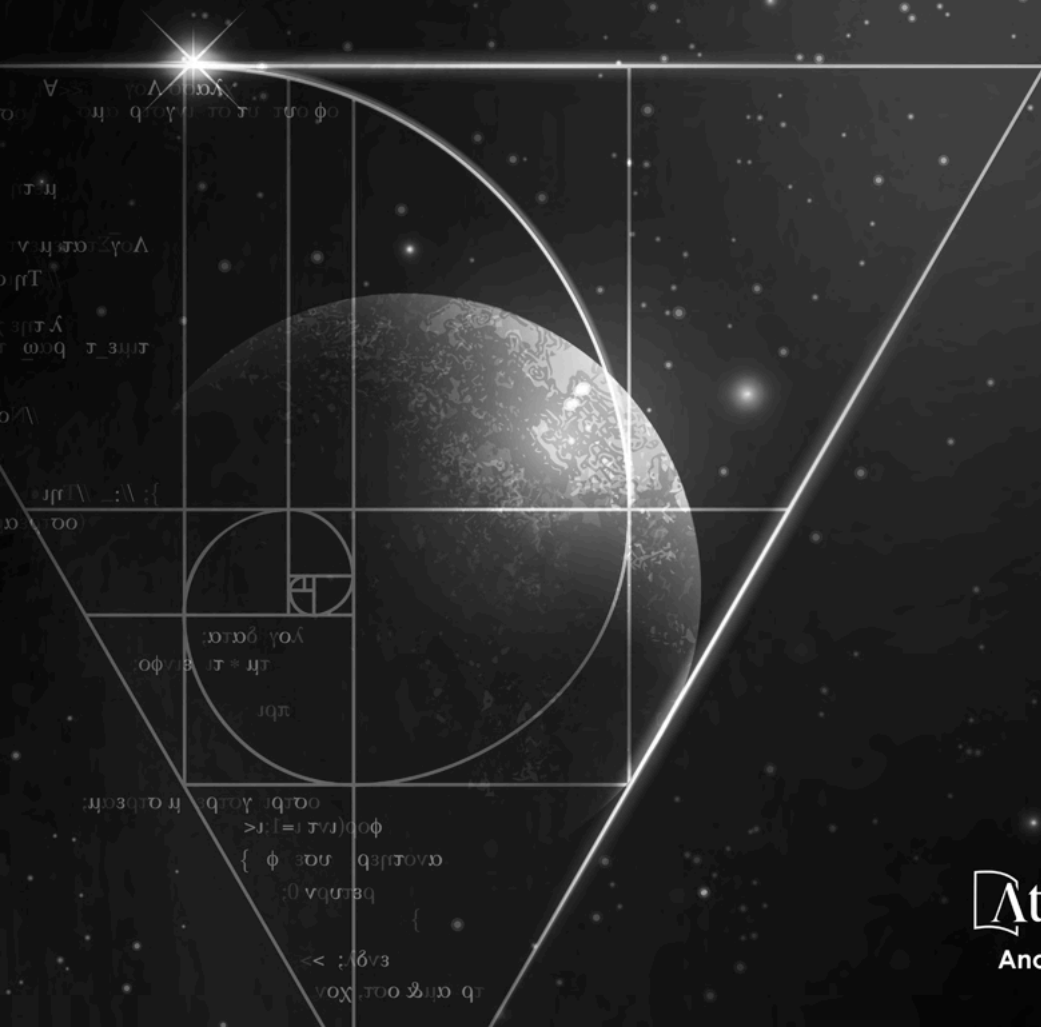
Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción

4

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA

(Organizador)



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Ciências exactas y de la tierra: observación, formulación y predicción 4

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exactas y de la tierra: observación, formulación y predicción 4 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0622-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.228221410>

1. Ciências exactas y de la tierra. 2. Matemáticas. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



PRESENTACIÓN

El e-book titulado: “Ciencias exactas y de la tierra: Observación, formulación y predicción 4” consta de seis capítulos de libros que buscaban investigar: *i)* el proceso de enseñanza- aprendizaje de las ecuaciones en la formación de estudiantes de secundaria y superior curso de ingeniería; *ii)* aplicación de las matemáticas en estudios meteorológicos y desarrollo de aeronaves pilotadas a distancia (RPA); *iii)* análisis de estabilidad coloidal por espectroscopía óptica y voltamperometría; *iv)* evaluación de áreas de preservación permanente (APP's) en la ciudad de Marabá/PA.

El primer capítulo evaluó las numerosas dificultades presentadas en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las matemáticas para los estudiantes de secundaria, quienes señalaron una serie de dificultades en la escritura, lectura, interpretación y resolución de problemas en relación a las operaciones matemáticas básicas. El capítulo 2 investigó el uso del algoritmo árbol en aplicaciones de parámetros meteorológicos, lo que resultó en una precisión del 80% en relación al 62% que presenta la regresión bayesiana. El tercer capítulo evaluó los numerosos factores que inciden en el desempeño de los estudiantes de matemáticas en las carreras de ingeniería del Instituto Politécnico Nacional de México, entre los que se encuentran: *i)* las ausencias a clases al final del semestre; *ii)* exceso de interacción social y confianza en los primeros semestres; *iii)* falta de disciplina en los estudios extracurriculares; *iv)* falta de búsqueda de estudios en grupos y la ayuda de medios digitales.

El capítulo 4 presentó un estudio de revisión de literatura que demuestra la amplia aplicación de RPA y la posibilidad de innovación en relación con la recopilación de datos de forma rápida y a bajo costo. El quinto capítulo evaluó el uso de técnicas espectroscópicas (UV-Vis-IR) y electroanalíticas (volamperometría cíclica) en estudios de caracterización de coloides preparados a partir de nanopartículas (NP's) de plata, los resultados mostraron que las técnicas pueden ser utilizadas in loco y que constituyen un instrumentación compacta, simple y de bajo costo. Finalmente, el sexto capítulo investigó el crecimiento urbano de las APP en la región de Cidade Nova en Marabá/PA, estudios realizados entre los años 1990 a 2015 identificaron una disminución del 28% de las APP, lo que resulta en propuestas urgentes de políticas públicas que pueden garantizar tanto la conservación de las APP como la revisión del Plan Director del municipio de Marabá.

En esta perspectiva, Atena Editora viene trabajando para estimular y alentar a cada vez más investigadores de Brasil y de otros países a publicar sus trabajos con garantía de calidad y excelencia en forma de libros, capítulos de libros y artículos científicos.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1


EQUAÇÕES DE PRIMEIRA SÉRIE PARA O ENSINO MÉDIO NO CONTEXTO DO ENSINO PARA COMPREENSÃO

Edwin Smith Rivera Fernández

Romelio José Gonzales Daza

Gustavo Adolfo Rodriguez


Alcides Paes Soto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2282214101>

CAPÍTULO 2..... 11

ALGORITMO DE CLASIFICACIÓN MEDIANTE UN ENFOQUE DE MACHINE LEARNING Y SU APLICACIÓN AL ESTUDIO METEOROLÓGICO

Pedro Elizardo Donis del Cid

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2282214102>

CAPÍTULO 3..... 25

ANÁLISIS DE AUTORREGULACIÓN EN FORMACIÓN MATEMÁTICA DE INGENIEROS EN LA UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA CAMPUS GUANAJUATO (UPIIG)

Gilda Rosa Bolaños Evia

Lenin Augusto Echavarría Cepeda

Luis Rey Díaz Barrón

Yazpik Hernández Vargas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2282214103>


CAPÍTULO 4..... 33

AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS: BREVE ABORDAGEM

Dalton Nasser Muhammad Zeidan

Renan Valério Eduvirgem

Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2282214104>


CAPÍTULO 5..... 40

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE COLOIDES DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA POR ESPECTROSCOPIA-ÓPTICA Y VOLTAMETRÍA

Margarita Navarrete Montesinos

Rodrigo Mayén-Mondragón

Daniel Aguirre-Aguirre

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2282214105>

CAPÍTULO 6..... 55

CRESCIMENTO URBANO NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS): UM ESTUDO DE CASO DA MARGEM DO RIO ITACAIÚNAS NO NÚCLEO CIDADE NOVA, MARABÁ-PARÁ

Ana Carolina Seabra de Vilhena Linhares

Priscylla Assis Carvalho
Jakeline Oliveira Evangelista
André dos Santos Araújo
Glauber Epifanio Loureiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2282214106>

SOBRE EL ORGANIZADOR	68
ÍNDICE REMISSIVO	69

CAPÍTULO 1

EQUAÇÕES DE PRIMEIRA SÉRIE PARA O ENSINO MÉDIO NO CONTEXTO DO ENSINO PARA COMPREENSÃO

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 08/08/2022

Edwin Smith Rivera Fernández

Universidade Popular de Cesar, Faculdade de Ciências Básicas e Educação Valledupar, Cesar, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-5572-3359>

Romelio José Gonzales Daza

Universidade Popular de Cesar, Faculdade de Ciências Básicas e Educação Valledupar, Cesar, Colombia
<https://orcid.org/0000-0001-7813-1893>

Gustavo Adolfo Rodriguez

Universidade Popular de Cesar, Faculdade de Ciências Básicas e Educação Valledupar, Cesar, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-6292-479X>

Alcides Paes Soto

Universidade Popular de Cesar, Faculdade de Ciências Básicas e Educação Valledupar, Cesar, Colombia
<https://orcid.org/0000-0003-4975-8173>

RESUMO: Pretende-se identificar as principais dificuldades que os alunos do ensino médio apresentam ao interpretar e resolver problemas que levam a equações de primeiro grau, para tratá-los no âmbito da pedagogia de tal forma que lhes permita identificar e interpretar situações cotidianas através da modelagem matemática. Será utilizado como suporte o modelo pedagógico

de ensino para a compreensão de David Perkins, que considera os conceitos de tópicos geradores, fios condutores, desempenhos compreensivos e objetivos compreensivos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino para a compreensão, tópicos geradores, fios condutores, desempenhos compreensivos e objetivos compreensivos.

FIRST GRADE EQUATIONS FOR HIGH SCHOOL IN THE CONTEXT OF TEACHING FOR UNDERSTANDING

ABSTRACT: It is intended to identify the main difficulties that high school students present when interpreting and solving problems that lead to first degree equations, to treat them within the framework of pedagogy in such a way that allows them to identify and interpret everyday situations through of mathematical modelling. The pedagogical model of teaching for understanding by David Perkins will be used as support, which considers the concepts of generative topics, guiding threads, understanding performances, and understanding goals.

KEYWORDS: Teaching for understanding, generative themes, threads, comprehensive actions, and comprehensive objectives.

1 | INTRODUÇÃO

Na transição da aritmética para a álgebra é essencial que os alunos do ensino médio consigam melhorar as dificuldades analíticas, interpretativas, operacionais e até associativas que ocorrem na resolução de situações que

levam a equações lineares de primeiro grau como modelo de solução. Dessa forma, o aluno é introduzido à linguagem simbólica e ao manuseio de conceitos mais generalizados que permitam uma melhor interpretação das situações em contexto, fortalecendo suas habilidades, a partir das quais, obterão um melhor desempenho em sala de aula e, claro, adaptar-se à álgebra com a menor quantidade de problemas acadêmicos possíveis; e obstáculo de natureza epistemológica é referenciado por Esquinas (2009) onde afirma que durante a transição da aritmética para a álgebra, o aluno enfrenta um nível mais elevado de abstração e uma série de símbolos que podem parecer inoperáveis.

O quadro de ensino para compreensão estabelece uma sequência didática que permite aos professores saber o que os alunos sabem, a partir de seus conhecimentos prévios sobre um tema específico, em busca de aprendizado significativo e manuseio flexível de conceitos; trata-se do aluno que vincula os conceitos aprendidos ao seu cotidiano, deixando de lado a aprendizagem rotineira e dando uma participação mais ativa ao aluno como protagonista de seu processo acadêmico, Perkins (1993).

Conforme a teoria de David Perkins, existem duas questões básicas sobre educação, essas questões se tornam importantes no momento da criação de uma unidade didática para cada educador, essencialmente na área da matemática, estas são: ¿O que vou ensinar? Que está relacionado aos temas generativos (as equações de primeiro grau e os conceitos relacionados no assunto), depois deles, vem então os objetivos de compreensão relacionado à questão: ¿Como ensinar (as equações de primeiro grau)? Tendo como referências essas questões no âmbito do ensino para compreensão, busca propor uma proposta que permita aos alunos do ensino médio conhecer, conhecer, aprender e entender as equações da primeira série, que podem identificar em situações em contexto, além de modelar, interpretar e resolver de forma eficiente.

Atualmente, professores de qualquer área do conhecimento, especialmente matemática, enfrentam desafios significativos ao criar e implementar estratégias de aprendizagem para que os alunos se apropriem de conhecimentos específicos de forma abrangente e significativa.

Chavarría Gilberto (2014) afirmou que muitos alunos têm problemas de compreensão, na área da matemática são muito comuns. Na transição da aritmética para a álgebra, é evidente um obstáculo didático de origem epistemológica, gerado pelo poder de uma simbologia mais ampla acompanhada de uma linguagem mais generalizada.

Os alunos, quando colocados algum exercício de tipo operacional, apresentam problemas com a gestão das operações básicas em números racionais e irracionais, a gestão de conceitos anteriores, entre outros; além disso, quando são propostos algum exercício escrito de um problema no contexto, eles mostram problemas de interpretação, estando em grande maioria interpretações errôneas, razões pelas quais o baixo desempenho acadêmico é justificado de certa forma.

Esta pesquisa decorre dos problemas evidentes nos alunos do ensino médio, que

na maioria têm deficiências na compreensão da matemática e na relação desses com as situações cotidianas.

O caso específico desta pesquisa baseia-se nas dificuldades de compreensão do conceito de equações lineares, dificultando a identificação e interpretação dos casos cotidianos por meio da modelagem matemática, dificultando a aplicação em situações problemáticas.

Surgem as seguintes perguntas de pesquisa:

Como estruturar uma proposta metodológica no âmbito do ensino para compreensão que permita a aprendizagem integral das equações de primeiro grau?

É possível criar uma proposta didática sobre equações de primeiro grau onde a vida cotidiana tem um impacto maior?

2 | OBJECTIVOS

2.1 Objetivo geral

Estruturar uma proposta metodológica no âmbito do ensino para a compreensão que permita aos alunos da educação para a mídia acessar os estudos da primeira série de forma abrangente e significativa, que possa identificar situações em contexto, modelar, interpretar e resolver de forma eficiente.

2.2 Objetivos específicos

Caracterizar as dificuldades mais comuns que fazem com que os alunos do ensino secundário não compreendam as equações algébricas lineares do primeiro grau.

Apresentar soluções alternativas para alunos com dificuldades de compreensão do conceito de equações algébricas lineares.

Projetar e aplicar atividades como possíveis métodos de solução para o problema de dificuldade de compreensão do conceito de variáveis e constantes.

3 | REFERÊNCIA TEÓRICA

As bases teóricas que sustentam esta pesquisa estão enquadradas na teoria perkins sobre educação para compreensão aplicada à álgebra, especialmente às equações de primeiro grau, as definições e conceitos relacionados às variáveis em estudo e que apoiam o problema exposto, neste caso:

Ensinando para a compreensão das equações do primeiro grau: Fios condutores, tópicos generativos, metas de compreensão, performances de compreensão, avaliação diagnóstica contínua, solução de equações de primeiro grau, equações de primeiro grau, métodos de resolução de equações de primeiro grau (Substituição, Equalização, Redução e Regra de Cramer) e situações problemáticas que são resolvidas pelas equações de

primeiro grau.

4 | ESTRUTURA CONCEITUAL

4.1 O quadro de ensino para compreensão

Ensinar para compreensão é um modelo educativo que busca que o aluno entenda o que é ensinado através da aprendizagem, relacionando-o com fatos e eventos do cotidiano, isso para que o sujeito não aprenda através de algum modelo rote ou imposto; mas, ao contrário, que a aprendizagem cria um impacto significativo e abrangente na mente e na vida do referido aluno, de modo que, ao exercer tal conhecimento, ele o tenha de forma solidificada, e possa aplicá-lo de forma segura, útil e vantajosa que o certifica dentro do campo acadêmico, durante seu processo de aprendizagem, e quando nos referimos a esse processo falamos sobre a vida do aluno, pois diariamente, estamos em aprendizado contínuo.

Mencionados abaixo são as opiniões de certos pesquisadores na educação relacionada ao Ensino para o Entendimento (PeC):

Vemos que o FROBEL baseia sua concepção nas experiências educativas e no nível de importância que você pode ser, ou seja, quão significativo é porque é possível expandir o potencial educacional. Por outro lado, PESTALOZZI acredita que a prática da memorização deve ser omitida, como seguir regras e conceitos na ausência ou em vez de compreensão. É então o HERBART, que intervém, desde que cada novo aprendizado seja integrado ao aprendizado prévio.

Querem implicar que todo aprendizado é relacional. Ainda na DEWEY, menciona que a nova pedagogia convoca os professores a relacionar o conteúdo escolar com as atividades do cotidiano.

Mas de todos esses importantes pedagogos, o maior representante do modelo (EpC) é David Perkins.

Há uma estrutura (EpC) que é resumida nos seguintes pontos-chave:

Tópico Gerativo: Qual conteúdo vale a pena ensinar e aprender aos alunos?

Threads: Como eles devem aprender isso?

Metas de compreensão: Quais aspectos desses conteúdos devem ser compreendidos?

Compreensão Performances: Como podemos promover a compreensão?

Avaliação contínua: Como podemos descobrir o que os alunos entendem?

Através deste quadro você pode planejar e discutir um tema específico, como projetar uma classe das equações de primeiro grau.

Deve ser questionado além do óbvio; sair do que conhecemos como teórico e ir à prática, através de exemplos claros das diferentes formas de vida dos alunos em que eles

podem relacionar o que estão desenvolvendo na aula, com o que “aconteceu ontem no parque ou no shopping center”, trazendo para sua memória um conjunto de panoramas, cenas vividas no passado ou quaisquer imagens intermináveis que o levam a participar da ideia em sala de aula e executar com o conhecimento que você já aprendeu anteriormente.

Por meio do (EpC) ele pode ser desenvolvido e se tornar:

Observadores, críticos e criativos.

Pensadores do que aprendem.

Alunos que refletem sobre o que aprendem, como aprendem e para que aprendem.

Alunos que elaboram perguntas e hipóteses.

Estudantes que propõem e discutem o que propõem (suas sínteses e teorias).

O objetivo geral é desenvolver entendimentos que transformem a realidade dos participantes que trabalham nesse modelo educacional.

Busca-se que o aluno não só aprenda, mas, ao mesmo tempo, possa entender o que lhe é transmitido relacionando-o a eventos do cotidiano, que podem identificar, modelar, interpretar e resolver de forma eficiente, afastando-o assim de qualquer modelo de memória.

4.2 Equações

Definição 1. Uma equação é uma igualdade entre duas expressões algébricas, onde são evidenciados valores constantes, variáveis e operadores (geralmente adições, subtrações, multiplicações e/ou divisões).

Exemplo 1. Equações.

$$5x + 30 = 45 \quad a$$

$$az^2 + bz + c = 0 \quad b$$

$$\frac{2x + 7y}{25} + 47y - 21x = \frac{5}{7}(24y - x) + 1 \quad c$$

Quando uma equação é colocada em forma operacional como as do exemplo 1. A questão surge de conhecer os possíveis valores para variáveis desconhecidas que satisfazem a igualdade. Isso está resolvendo a equação.

4.2.1 Equações lineares

Exemplo 2. A preparação da comemoração do dia do estudante.

Para celebrar o Dia do Estudante, decide-se que a comissão estudantil solicite doações voluntárias entre os alunos de uma determinada instituição pública de Valledupar, para que eles somassem o total de 200.000 pesos retirados dos fundos do comitê; a seguinte regra foi decidida, só será aceito que cada aluno onde 500 pesos (não mais, não menos do que esse valor por aluno).

Ao final da arrecadação do dinheiro e de sua respectiva contagem, obteve-se um ativo de 1.200.000 pesos (somando as doações dos estudantes e do comitê estudantil).

Deseja-se saber quantos alunos doaram a soma de 500 pesos para a celebração?

Ele pergunta:

Será possível encontrar a solução analiticamente para o problema colocado?

Que modelagem matemática pode descrever o problema?

Respostas:

1'200.000 pesos foram coletados, dos quais o comitê estudantil contribuiu com 200.000 pesos, de modo que os alunos em doações contribuíram com 1.000.000 pesos, sabe-se que por aluno foram recebidas doações de 500 pesos, dividindo o valor total doado pelos alunos pela quantidade de dinheiro doado por cada aluno, o número total de alunos que fizeram a doação é obtido ($1.000.000/500$), no total, dois mil (2.000) estudantes fizeram doações (cada um de 500 pesos).

A expressão matemática que descreve o problema colocado é:

$$500x+200.000=1'200.000$$

Onde x representa o número total de alunos que doaram, 500 é o valor doado por cada aluno, 200.000 é o valor contribuído pelo comitê estudantil, e 1.200.000 é o dinheiro total arrecadado para o evento.

Definição 2. Uma equação linear é uma equação onde as variáveis são de primeiro grau.

Exemplo 3. Equações lineares

$$ax + b = c; \quad a, b, c \text{ cte} \quad \text{a}$$

$$5x + 3 = -8 \quad \text{b}$$

$$\frac{8x + 7}{2} = 3x + \frac{1}{2} \quad \text{c}$$

$$2y - 3x = 21 \quad \text{d}$$

$$z = ax + b; \quad a, b \text{ cte} \quad \text{e}$$

Visualização de gráficos de equações lineares em \mathbb{R}^2 e \mathbb{R}^3

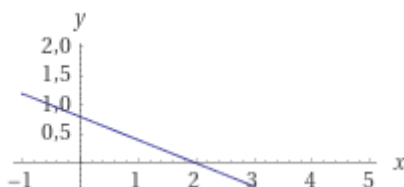


Figura 1. Gráfico de função no desenho $2x+5y=4$, com WólframAlpha.com.

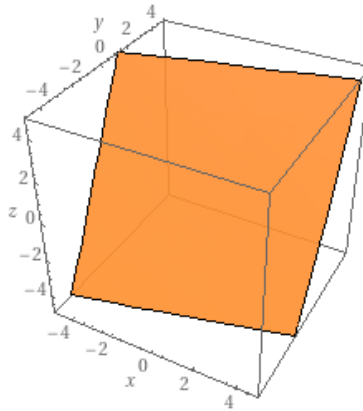


Figura 2. Gráfico da equação no espaço $x-4y+2z=0$ com WólframAlpha.com

4.2.2 Solução operacional de uma equação linear

Para encontrar a solução operacional para uma equação linear, é necessário encontrar uma equação da forma, onde cte é o valor numérico de x que satisfaz a equação linear. Em geral, para resolver operacionalmente uma equação linear. $x=cte$

Todos os membros semelhantes em cada lado da equação devem ser agrupados e reduzidos.

Use as propriedades matemáticas necessárias para obter equações equivalentes em ambos os membros da equação.

Exemplo: $ax + b = cx + d; a, b, c, d cte$

Termos semelhantes são esclarecidos em cada membro da igualdade e operados.

Exemplo: $ax - cx = d - b \rightarrow (a - c)x = (d - b); a, b, c, d cte$

A variável desconhecida é desmatada, dividindo ambos os membros da equação pelo coeficiente que acompanha a variável desconhecida.

Exemplo: $\frac{(a-c)}{(a-c)}x = \frac{(d-b)}{(a-c)} \rightarrow x = \frac{(d-b)}{(a-c)} \rightarrow x = cte$

Exemplo 4. Solução operacional de uma equação linear.

Resolva a equação. $4x - 20 + 6x = 10 - 7x + 2x - 2$

Solução

$(4x + 6x) - 20 = (-7x + 2x) + (10 - 2)$ termos semelhantes são agrupados.

$10x - 20 = -5x + 8$ a equação é reduzida operando termos semelhantes.

$10x + 5x - 20 = -5x + 5x + 8$ ele se soma em cada membro da equação. $5x$

$15x - 20 = 8$ termos semelhantes são reduzidos em ambos os membros da expressão.

$15x - 20 + 20 = 8 + 20$ 20 é adicionado a cada membro da equação.

$15x = 28$ termos semelhantes são adicionados.

$\frac{15}{15}x = \frac{28}{15}$ cada membro da equação é dividido por 15.

$x = \frac{28}{15}$ uma equação da forma $x=cte$

5 | MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa tem uma abordagem descritiva e quantitativa. Começou com o desenvolvimento de algumas atividades exploratórias iniciais, buscou-se que, em apoio à literatura e ao estado da arte, foi projetado um conjunto de atividades que permitissem encontrar e caracterizar as dificuldades de compreensão dos alunos.

As atividades subsequentes terão como objetivo identificar situações significativas para os alunos de forma que possam detectar quando e onde possam aplicar no cotidiano as equações de primeiro grau, a ponto de o desenvolvimento do entendimento fazê-los participar da elaboração e solução de problemas que são modelados com equações de primeiro grau.

6 | ANÁLISE E RESULTADOS

O uso de estratégias pedagógicas em um tema como as equações lineares da primeira série, que para muitos estudantes do ensino médio é geralmente insignificante, e irrelevante, devido à ignorância da aplicabilidade dessas equações acompanhadas de ferramentas tecnológicas como simuladores virtuais, que oferecem novos contextos de a realidade virtual nomeada, e porque as estruturas que fazem parte das equações lineares de primeiro ou qualquer grau, tem uma aparente apresentação abstrata, com demandas de conhecimento matemático prévio que lhes permitem identificar, modelar, representar e resolver problemas no contexto que usam equações de primeiro grau, reque e estratégias inovadoras e revolucionárias, de melhores formas de comunicação, de educar com estilos mais profundos e amplos, reconhecendo o importante papel que os alunos têm no processo ensino-aprendizagem, pode ser alcançado a partir do ensino para a Compreensão.

Exige-se, então, que o professor, como mediador entre o aluno e o que ele quer ensinar, traga para a cena ações, orientadas para uma prática em sala de aula que propicie no aluno a motivação para a construção de conceitos, para propor procedimentos e relacioná-los ao seu ambiente, experimentando, conjecturando, consultando em diferentes fontes, discutir resultados de aprendizagem e autoavaliação. Que é possível integrar teoria e prática a partir de ambientes cotidianos e simulados. Além disso, está imerso no acompanhamento contínuo e personalizado do processo de aprendizagem, fazendo um feedback constante de cada novo conhecimento a partir da atividade ou performances que realiza. Use tecnologias, como simuladores, aplicativos e grafistas, entre outros, que mediam e motivam o aprendizado.

Entre as ações realizadas, podemos destacar:

- Realização de perguntas orientadas a partir do cotidiano, buscando que as si-

tuações estudadas estivessem diretamente relacionadas ao ambiente escolar e ao ambiente dos alunos, com isso para buscar uma aprendizagem significativa.

- Revisões programadas dos tópicos básicos (operações com inteiros, desobstruções de desconhecidos) que estão envolvidos na identificação, modelagem e solução de equações lineares
- Motivação dentro do espaço acadêmico para que os alunos posem e resolvam equações e, em seguida, compartilhem com os colegas a experiência vivida e o exercício.
- Uso de simuladores online virtuais para modelagem de problemas relacionados às equações de primeiro grau.

Após a intervenção, os alunos enfrentaram diversos testes contextualizados de conhecimento, em diferentes momentos, onde o nível de demanda foi aumentando e os resultados foram bem-sucedidos, quase 85% deles.

7 | CONCLUSÕES

As dificuldades que têm apresentado são as da escrita, da leitura e dos problemas com as operações básicas da matemática, principalmente com os racionais.

Há interesse dos alunos em adquirir novos conhecimentos de matemática utilizando a estrutura de ensino para compreensão.

Despertou o interesse e a curiosidade para encontrar dentro do ambiente situações que levam às equações de primeiro grau.

A cobertura de equipamentos de informática e ferramentas tecnológicas para os alunos nas escolas deve ser aprimorada, permitindo espaços virtuais adequados para modelagem e simulação de problemas cotidianos que envolvam soluções de equações de primeiro grau.

REFERÊNCIAS

Acevedo Diana, Jaramillo Carlos, Esteban Pedro. (2013). **Unidade Curricular sobre o conceito de probabilidade no contexto do ensino para compreensão**. Universidade de Antioquia. Vol. 13, Nº 3.

Arenas Suaza, Bibiana Sirley. (2013) **Equações lineares de situações cotidianas**. Artigo de pesquisa, 63 p. Universidade Nacional da Colômbia. Bogotá DC, Colômbia.

Chavarría Gilberto (2014). **Dificuldades em problemas de aprendizagem que são modelados com equações lineares: O caso de alunos de oitavo nível de uma escola em Heredia**. A Uniscience. Vol. 28, nº 2, [15-44]. Julho de 2014. ISSN eletrônica: 2215-3470.

Esquinas, A. (2009). **Dificuldades de aprendizagem da linguagem algébrica, do símbolo à formalização algébrica: Aplicação à prática docente**. Dissertação. Madrid: Espanha.

Hurtado Moreno Cristian Andrés. (2013). **Análise didática das equações de primeiro grau com uma incógnita e seu impacto na educação básica**. Universidade de Valle, Cali, Colômbia.

Jubert Alicia, Cristina Pogliani e Alcira Vallejo. (2009) **Ensinando para a compreensão de um curso de química a distância de nível universitário básico**. La Plata, Argentina.

Patiño Sandra. (2012). **Professor de Compreensão (EpC): Proposta metodológica focada na aprendizagem do aluno**. trabalho de pesquisa, Universidade Manuela Beltrán, Revista Humanizarte Año 5 No 8. ISSN: 2145-129X.

Rodríguez Norma, Montañez Emma, Quiroga Anyelén. (2010). **Performances de compreensão de declarações de exercícios estatísticos**. Artigo de pesquisa, Revista Iberoamericana De Educación En Ciencias Y Tecnología, Volume 2, Número 1, Página 75.

Saenz, Juan Carlos. (2014). **Projeto de uma unidade didática baseada em métodos informais para resolver equações de primeiro grau com um desconhecido**. Artigo de pesquisa: 138 p. Universidade Nacional da Colômbia. Medellín, Colômbia.

Saleg Avilez Oscar, Payares Muños Luis Alberto. (2007). **Situações de problema no contexto geométrico para solução de sistema de aprendizagem de duas equações de primeiro grau em duas variáveis através do uso de novas tecnologias computacionais**. Universidade Popular de Cesar, Valledupar, Colômbia.

CAPÍTULO 2

ALGORITMO DE CLASIFICACIÓN MEDIANTE UN ENFOQUE DE MACHINE LEARNING Y SU APLICACIÓN AL ESTUDIO METEOROLÓGICO

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 19/07/2022

Pedro Elizardo Donis del Cid

Universidad Mariano Gálvez
Guatemala

<https://orcid.org/0000-0003-0844-9796>

RESUMEN: La clasificación de datos propone una polaridad tanto en el algoritmo de árbol como en el teorema de las causas. Se necesita hacer uso de conjuntos de datos, en este estudio son variables meteorológicas, para construir un modelo predictivo basado en entrenamiento. Los datos son almacenados y procesados haciendo uso de almacenes en grandes volúmenes de datos, estos proponen un sistema basado en entidades con independencia sustancial, de objetos de datos, a partir de una técnica llamada ciencia de datos o Data Science. Técnica que permite adquirir información de valor de los datos, en este caso equipos y sensores de IoT. Inicialmente se capturan en formato no procesado o Raw Data. El objetivo del estudio es hacer uso de las plataformas tecnológicas disponibles para trabajar el pronóstico de datos de meteorología basados en algoritmos de ML (Machine Learning) y datos históricos para el altiplano central, costa del pacífico y valles de oriente de Guatemala. Los métodos utilizados son estadísticos embebidos en algoritmos de tipo predictivos, además de una matriz de confusión para evaluar los resultados obtenidos

en el estudio de estas herramientas y recursos, con un enfoque cuantitativo e instrumentos de IoT, ML y Big Data. El tipo de estudio general es correlacional-predictivo-histórico del lado de la variable y comparativo-explicativo para el algoritmo. Las variables tienen una dimensión anual, mensual y diaria entre 2000 y 2018. En conclusión, se logra el pronóstico del nivel de humedad para las muestras seleccionadas en base a las variables meteorológicas tomadas con dispositivos electrónicos y procesadas por medios informáticos entre dos algoritmos y un dieciocho por ciento de diferencia al comparar la eficiencia.

PALABRAS CLAVE: Clasificación de datos, Internet de las Cosas, Industria 4.0, Modelo Supervisado.

CLASSIFICATION ALGORITHM THROUGH A MACHINE LEARNING APPROACH AND ITS APPLICATION TO THE METEOROLOGICAL STUDY

ABSTRACT: Data classification is a polarity both in the tree algorithm and in the theorem of causes. It is necessary to do use of data sets, in this study they are meteorological variables, to build a predictive model based on training data. The data is stored and processed using big data warehouses, it's a system based on entities with substantial independence from data objects, based on a technique of Data Science. Technique that allows acquiring valuable information from data, in this case IoT equipment and sensors. Initially they are captured in unprocessed format or Raw Data. The objective of the study is to

do use of the available technological platforms to work on the forecast of meteorology data based on Machine Learning Algorithms and historical data for the central highlan, pacific coast and valleys of eastern Guatemala. The methods used are statistics embedded in predictive algorithms, in addition to a confusion matrix to evaluate the results obtained in the study of these tools and resources, with a quantitative approach and IoT, Machine Learning and Big Data instruments. The type of general research is correlational-predictive-historical on the side of the variable and comparative-explanatory for the algorithm. The metrics of variables have an annual, monthly and daily dimension between 2000 and 2018. In conclusion, the forecast of the humidity level for the selected samples is accomplished based on the meteorological variables taken with electronic devices and processed by computer between two algorithms and an eighteen percent difference when comparing the efficiency.

KEYWORDS: Data Classification, Internet of Things, Industry 4.0, Supervised Model.

1 | INTRODUCCIÓN

La Industria 4.0 ante todo, la clasificación de datos y el aprendizaje de la máquina por medio de datos, es decir, la generación código que puede convertirse en acciones de un agente de IA sin necesidad de ser previamente programado (Ain, et al., 2015; Nicholson, et al., 2019; Réda, et al.,2020; Turesson et al.,2016; Vu et al.,2018; Zhang, et al., 2017). Es la base de esta revolución industrial (Galvão, et al., 2022; Osmana, Ghirana, 2019). Además, del aumento de las capacidades en las centrales de datos por medio de la tecnología Big Data y la posibilidad de conectividad y recolección de datos automatizado por medio de IoT (Qaffas et al., 2021). Incluye sensores y otras tecnologías especializadas.

Big Data es una tecnología que se ha desarrollado debido exponenciales crecimientos en volumen de datos a nivel mundial y las limitaciones de los microprocesadores actuales. Están técnicas habilitan el cómputo para trabajar una tarea compleja en múltiples nodos, con varios núcleos y memoria agrupada (Franke et al., 2016; Qaffas et al.,2021; Tang et al.,2019; van Evert et al.,2017). Por su parte, IoT recolecta la información, es un conjunto de componentes electrónicos que tienen la capacidad de conectarse y comunicar datos (Qaffas, et al., 2021).

Para este estudio se utilizaron sensores que son implementados y administrados por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de la República de Guatemala y es dependencia del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Según acuerdo gubernativo de 26 de marzo de 1976. Estos sensores tienen la capacidad de comunicación con la base de almacenamiento de datos, es decir, en la parte operativa de recolección de los datos de la investigación no es necesario la presencia de entrevistas o encuestas para capturar datos. Pero si es necesario configurar los equipos y parametrizar los sistemas.

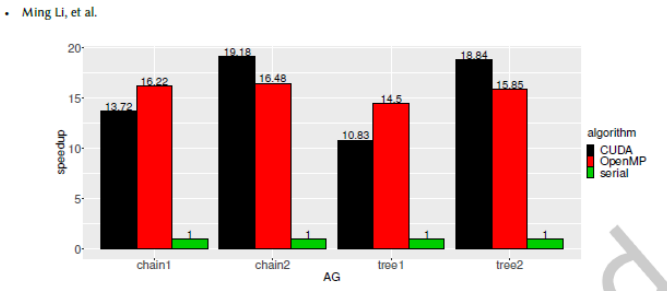
En el método utilizado se hizo un resumen de las variables agrupándolas por día, mes y año. Y las variables operadas de manera continua de temperatura, lluvia, velocidad

del viento, radiación, nubosidad:



Elaboración propia. Origen de datos: Unidad de Información Pública, INSIVUMEH

Por su parte, Galvão et al (2022) utilizando la plataforma Cloudera acompañado de Spark con Python logró presentar un modelo con datos de un proceso industrial. Se usaron funciones de agregación, reportes por medio de tableros. Donde, se determinó un déficit de tornillos apretados del 14.3% para ello se utilizaron DataFrame a partir de objetos JVM y utilizando métodos de mapas y reductores por medio de API's muy semejante a la utilización del lenguaje R. Después de realizar la adquisición de datos, procesarlos y almacenarlos, se generan todos los sistemas de visualización de datos para los temas administrativos correspondientes donde la comunicación entre máquinas es muy importante porque los datos no son digitalizados por personas.



Fuente: Li et al (2022)

Li et al. (2022) con el experimento se realiza comparaciones entre los algoritmos de grafo de ataque utilizando computación de alto rendimiento para algoritmos OpenMP y CUDA AG en un sistema de procesamiento distribuido. El experimento ha demostrado la eficiencia de la estrategia del procesamiento en paralelo. Los resultados fueron utilizados para hacer parche de las vulnerabilidades.

2 | ALMACENES DE DATOS

Los almacenes de datos han estado presentes en la industria desde hace algunos años, sin embargo, gracias a esos datos históricos que se guardan en estos almacenes es

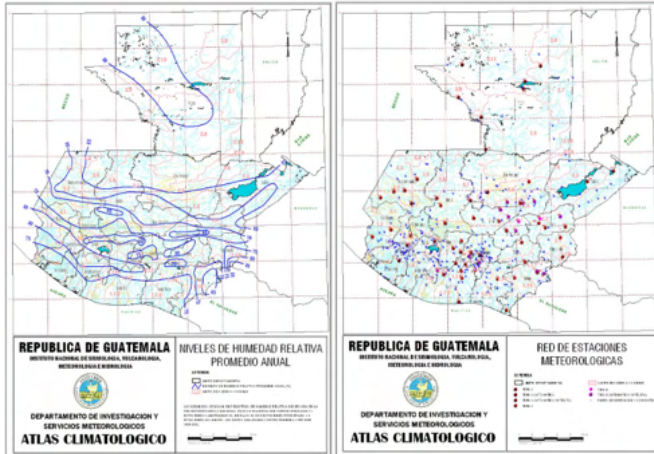
posible predecir. Esto combinado con la variedad de datos que se tienen con las nuevas tecnologías de Big Data y IoT trasciende en tecnologías digitales que permiten mejorar procesos industriales con impactos económicos importantes. La investigación de Galvão et al (2022) hace referencia al uso de estas tecnologías emergentes que se aplican para el tratamiento de la información, tanto la extracción como, el tratamiento y almacenamiento.

En los resultados se puede apreciar una medición a partir de un proceso industrial el cual denota información que se guarda en Big Data, se procesa y se envía para el monitoreo por medio de tableros. Las herramientas estadísticas e informáticas toman un papel relevante. Gracias a la estadística es posible predecir o inferir los sucesos próximos para anticiparse a los escenarios que se presentan. La informática hace posible recolectar, almacenar y procesar la información que llega desde máquinas como es el caso de IoT. Tecnología que permite, por medio de internet, transferir datos de sensores y otros elementos de medición.

Muchos de los gráficos que muestra este caso de estudio está orientado al uso de software especializado para este diseño de información. Donde, se hace presente nuevos métodos para visualizar los datos. Datos que son importantes para la toma de decisiones.

3 | HUMEDAD RELATIVA

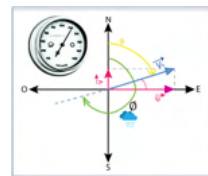
Dentro de la metrología, la humedad relativa viene dada por una relación entre el vapor de agua que tiene el aire y la cantidad que debería tener para saturarse. Este valor viene dado en porcentaje. La fórmula química del agua es H_2O dos moléculas de hidrógeno y uno de oxígeno, este es entonces un compuesto químico. La atmósfera terrestre son mezclas de compuestos en estado gaseoso sobre la superficie de la tierra. Para este estudio se tuvo a bien estudiar variables meteorológicas cerca de la tierra, siendo estas las que se encuentra en interacción directa con las personas, existen otras partes de la atmósfera terrestre que interactúan con la troposfera y que alteran la misma en primer lugar la estratosfera y otras capas que interactúan con esta última. A continuación, se presenta un mapa general:



Fuente: https://insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS_HIDROMETEOROLOGICO/Atlas_Climatologico/esmeteo.jpg

La metrología y la meteorología, ambas interactúan con esta variable climática y tiene que ver en gran medida con el sistema socioeconómico en la naturaleza. Dada la naturaleza de ciencias exactas, ocupan diferentes instrumentos para la experiencia y comprensión de los sucesos. Haciendo uso de mapas de información geológica. Para este estudio se ocupó el concepto de Teorema de Bayes (teorema de las causas) para el computo de resultados (Mesa et al., 2021; Tang et al., 2019) enunciado por Thomas Bayes, donde se denota una probabilidad condicional en términos de distribución de probabilidad: $P(A|B) = P(B \cap A) / P(A)$.

$$P(A_i / B) = \frac{P(A_i) P(B / A_i)}{\sum_{i=1}^n P(A_i) P(B / A_i)}$$



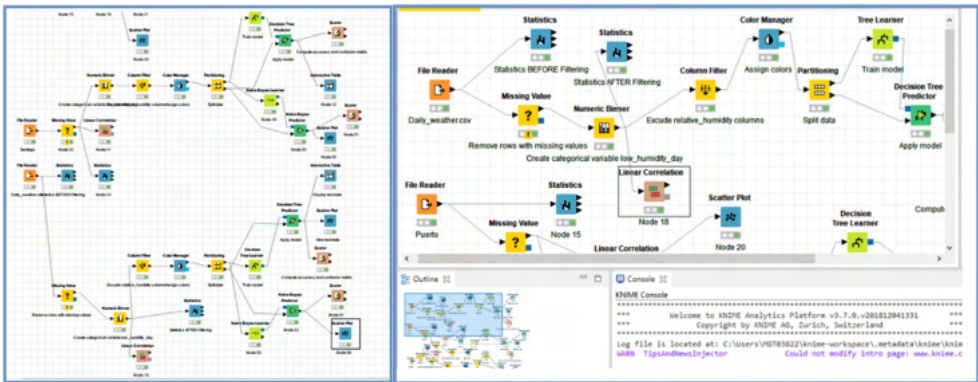
Este teorema se caracteriza por representar los resultados en términos de la probabilidad de que un evento ocurra dado que ha sucedido otro. Esta reacción se puede hacer en cadena para poder unir variables. Lo que se hizo en este estudio, pero con la diferencia que se utilizaron herramientas avanzadas de informática. Esta última, se ocupa del tratamiento automático de la información. En el teorema existe un acercamiento a la probabilidad, a 100% o a 0%.

4 | METODOLOGÍA

El estudio hace uso de las plataformas tecnológicas disponibles para trabajar el pronóstico de datos de meteorología basados en algoritmos de ML y datos históricos Big Data Warehouse para el altiplano central, costa del pacífico y valles de oriente para Guatemala.

El método utilizado fue la integración de datos por medio de sensores capaces de tomar las mediciones y transmitir los datos. Se utilizó un modelo supervisado de aprendizaje de máquina con datos cuantitativos de las variables de metrología. Consistente en determinar una variable categórica de baja humedad o alta humedad en base al conjunto de variables independientes del modelo. Además, se utilizó un algoritmo de árbol de decisión y otro método de inferencia bayesiana, muy parecida a la regresión logística que ocupa una variable categórica dicotómica con resultado final. Esto se da por aproximación a un valor ya sea 0 o 1.

El enfoque de la investigación tiene como propósito la indagación sobre estos algoritmos especializados y orientados a datos para que pueda ser aplicado en otras industrias por los profesionales de las ciencias de la computación. Dentro de las herramientas y tareas se llevó acabo la configuración de los equipos para la transferencia de comunicación o transferencia de datos y, una herramienta para la configuración del flujo para el job del procesamiento en ML:



Diseño Conceptual del Proceso. Elaboración propia.

Las variables fueron agrupadas por la dimensión de día, mes y año a partir del año 2000 con 3,690 observaciones completas sin valores atípicos para el altiplano central, muestra de: Santiago Atitlán, Cubulco; 43,464 observación para el pacifico, muestra para Puerto de San Jose; 6,478 observaciones después de la limpieza para valles de oriente, muestra Esquipulas y La Unión. Las variables utilizadas fueron de razón, de intervalo y una variable predictiva con valor dual (dicotómica). Se utilizaron dos algoritmos como métodos

predictivos, además de un matriz de confusión para evaluar los resultados obtenidos en el estudio de las herramientas y recursos, con corte longitudinal, enfoque cuantitativo con instrumentos de IoT, ML y Big Data, y un tipo de estudio predictivo desde el punto de vista de la variable analizada y descriptivo para los algoritmos.

Las mediciones fueron continuas con variables de meteorología: Presión del aire, temperatura dirección promedio del viento, velocidad media del viento, dirección máxima del viento, velocidad máxima del viento, acumulación de lluvia, duración de la lluvia y cantidad de tiempo lloviendo, y procesadas ser registrarse en almacenes de datos de forma periódica en ciclos: diarios, mensuales y anuales para el rango de fechas del año 2000 al 2018. El almacenamiento de estos datos y la calidad juega un papel muy importante para poder generar conjuntos de datos resumidos de las variables.

5 | RESULTADOS

Guatemala es un país agrícola que depende mucho de las situaciones climatológicas para los medios de producción, a continuación, se presenta una imagen de una ciudad (casco urbano de municipio o pueblo) promedio y su situación socioeconómica:

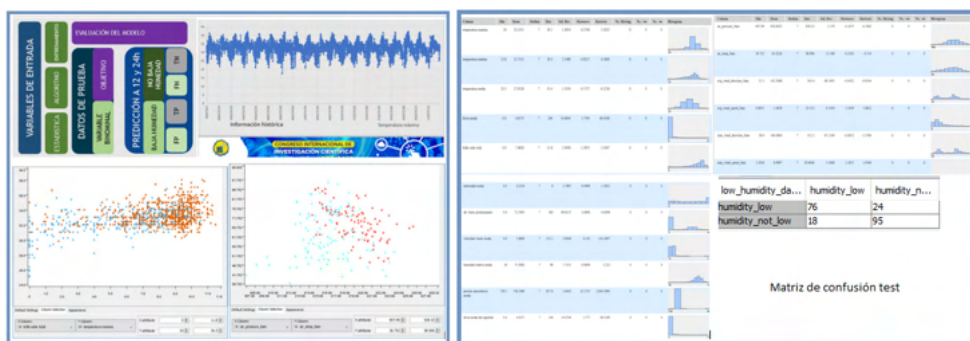


Fuente: Google

Se caracteriza por dos épocas clásicas, una lluviosa y otra seca, la primera va de mayo a octubre y la última de noviembre a abril. La época seca se da por un incremento en la presión atmosférica y movimientos de aire frío. La época lluviosa por lo general da inicios en el mes de mayo. Las temporadas de siembra y cosecha, dependen muchas veces de estas épocas. Las cuales pueden variar en condiciones, lo cual puede afectar las cosechas o mejorar el rendimiento de la producción agrícola.

Se le aplicó un test por medio de la matriz de confusión. En la primera celda se

presenta, 76 observaciones efectivas pronosticando la humedad baja. Y en la última casilla, 95 observaciones fueron efectivas al pronosticar la humedad alta (no baja). El resto de valores presentados corresponden a la tasa de error del modelo cada uno de ellos tiene un tipo: Error Tipo I y Error Tipo II. Afirmar que es baja cuando no lo es, y, por otra parte, que es no baja cuando si lo es. El algoritmo de árbol de decisión ha mostrado una exactitud del 80% frente a un 62% de la regresión bayesiana. Así mismo al comparar el % de error se aprecia una diferencia del 18%. Gráfico de Variables.



En la parte superior izquierda podemos apreciar el esquema del modelo, el cual comprende un conjunto de datos de entrada: Presión del aire, temperatura dirección promedio del viento, velocidad media del viento, dirección máxima del viento, velocidad máxima del viento, acumulación de lluvia, duración de la lluvia y cantidad de tiempo lloviendo. La parte estadística que consiste en las operaciones con datos, el algoritmo, son instrucciones de máquina, para procesar las operaciones. Estas se llevan a cabo de forma ordenada y el entrenamiento.

Posteriormente sigue el modelo, este consiste en tomar la información del entrenamiento y proyectar con datos de prueba, es acá donde se tiene un objetivo que se traduce en una variable. Dentro del modelo también existe una parte de predicción y su parte medular es la matriz de confusión. La cual indica los FP Falsos Positivos TP Verdaderos Positivos FN Falsos Negativos TN Verdaderos Positivos. Cada uno de estos tiene una interpretación en la matriz. Y mide la efectividad del modelo. Para este estudio la variable dependiente es la humedad. La cual tiene un valor dicotómico, alta o baja.

En la parte inferior de la gráfica se puede ver la dispersión entre variables en este caso tenemos dos, el brío solar total y la temperatura máxima, esto puede cambiar dependiendo de cuales variables se comparen. Esto es importante para poder comparar entre sí las variables independientes. A continuación, se presenta una tabla con una muestra de datos, tanto las variables de entrada, la humeada real y la predictiva: Tabla de Muestra.

Row ID	D	temper...	D	temper...	D	temper...	D	fluvia m...	D	evapor...	I	nubosid...	I	dir vien...	D	velocid...	S	humedad di...	S	Prediccion (...)
38111		24.8		15.5		21.8		0		4.6		6		0		15		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38113		25.5		14.5		19.8		0		3.1		5		0		17		baja_humedad		baja_humedad
38117		25.5		13.5		19.6		0		4.4		6		0		10		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38122		25.3		12.8		18.3		0		1.9		6		0		15		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38128		24.3		15.5		20.4		0		3.4		6		0		10		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38135		23.8		14.3		19.1		1.4		28.3		5		0		9		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38177		22		16		19.4		8.1		1.9		6		0		17		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38182		24.5		15.3		19.7		0		3.7		6		0		17		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38191		24.8		14.3		19.4		0		3.7		6		0		8		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38193		26		15.5		19.8		84.2		3.3		6		0		214		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38194		26.8		14		20.5		0		22.9		4		0		10		no_baja_humedad		baja_humedad
38204		24.5		15		20.3		0		1.3		3		0		15		no_baja_humedad		baja_humedad
38206		25		13		19.6		0		4.9		5		0		15		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38210		25.5		15.3		20		0		4.9		6		0		20		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38211		25.3		13.3		19		0		3.3		4		0		28		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38219		27.5		17		20.7		0		5.2		3		0		28		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38222		26		15		19.8		0		5.6		6		0		17		no_baja_humedad		baja_humedad
38238		23.5		13.5		17.6		6.3		4.1		6		0		13		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38241		24.5		14.5		18.5		0		3		6		0		10		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38242		23.8		13.8		17.8		7.2		4.2		5		0		10		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38256		24		15.5		18.5		0.6		3.4		6		0		7		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38261		25.5		15.5		19.8		0		2.8		4		0		16		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38262		26.3		14.5		20.6		0		5.1		6		0		10		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38263		24.5		17		19.4		0.1		1.1		5		0		7		no_baja_humedad		no_baja_humedad
38270		24		14.3		17.5		32.2		3.3		6		0		10		no_baja_humedad		no_baja_humedad

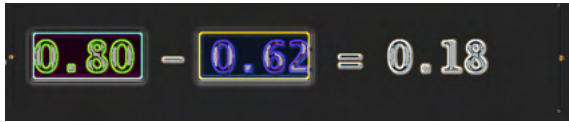
Entonces, al comparar los dos algoritmos la diferencia fundamental radica en la interpretación del modelo y de los resultados, donde el árbol de decisión es más fácil de ejemplificar y reconstruir con valores concretos. Por ejemplo, veamos la siguiente imagen: Árbol de decisión.



Podemos apreciar en las hojas del árbol; si la dirección del viento es mayor al parámetro indicado en el diagrama se clasifican las observaciones: Caso primero 15 y 14 respectivamente. Sin embargo, esto puede cambiar según el valor o parámetro del nodo padre anterior en el árbol, que es la variable de temperatura del aire: Si la temperatura del aire es menos o igual que 72.3578 se dirigen las muestras respectivamente, en el primer caso 39 con humedad baja y 240 con humedad alta. Y así el otro nodo hermano en el árbol, si la temperatura del aire es mayor que 72.3578; las clasificaciones son diferentes 86 y 86 respectivamente para la baja y la no baja (alta). Todos estos valores que indican hacia donde se dirige la observación o dato, depende del proceso que genera el algoritmo clasificador o modelo.

Cada mes o segmento de datos, tiene diferentes características climatológicas,

meses fríos, secos y lluviosos. Así, se observa que la temperatura para Santiago Atitlán no es variable comparación con los valles de oriente.



El resultado muestra una eficiencia en el algoritmo del árbol de decisión, el cual se resume a continuación:



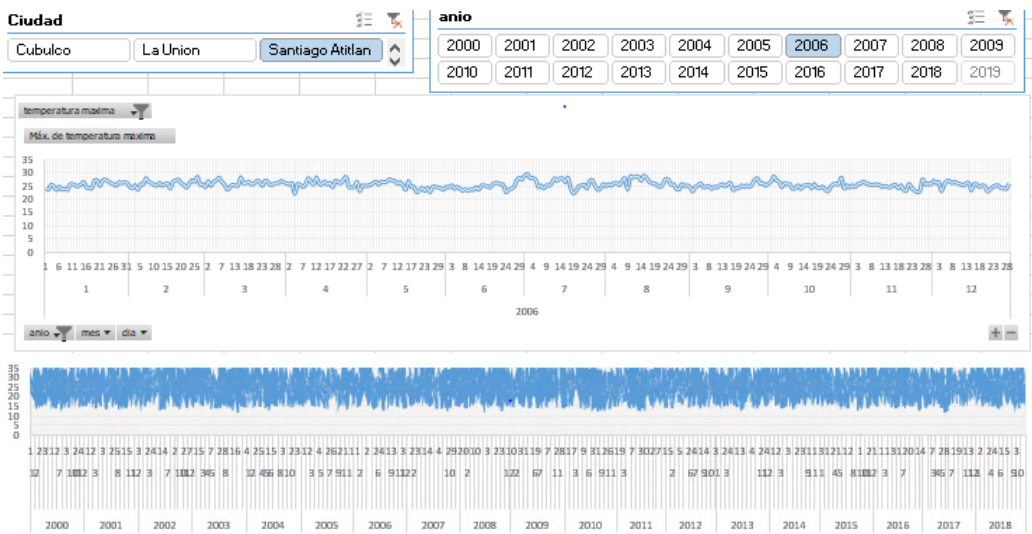
En la raíz del árbol inicia los clasificadores como baja humedad con 213 casos. Los siguientes valores paramétricos en orden: 919.4, 72.3578, 66.1774, 89.4, 130.55, 185.95, 175.95; correspondientes a presión del aire, temperatura, dirección del viento promedio, dirección del viento media, respectivamente. Estos valores dependen directamente del modelo de entrenamiento de datos, el cual se puede ir afinando con más datos, es decir más variables o una granularidad menor en la medición cambiando de diario a horaria. Esto para poder pronosticar la humedad correcta.

Cada parte del árbol clasificador tiene un gráfico el cual indica la proporción del valor de la variable de estudio que es clasificada en cada nodo. Estos se van agrupando desde las hojas y los nodos padres hasta llegar a la raíz. Es más fácil visualizar las decisiones

que tomará el modelo y llevarlo a la programación, pero esto no es el fin del modelo. Ya que se cuenta con las cajas en las herramientas, estas ya disponen de componentes para nuevos conjuntos de datos a pronosticar y se puede colocar de manera automatizada, sin necesidad de desarrollar código en algún lenguaje en particular. En fin, el modelo y las condiciones del árbol pueden cambiar con otro entrenamiento del modelo y esto es uno de los principales conceptos computacionales aplicados en este artículo. Lo cual nos lleva a concluir que el árbol de decisión es muy efectivo para el estudio de datos meteorológicos y las mediciones realizadas por medio de equipos ha mostrado ser capaz de recolectar, almacenar y procesar efectivamente estos datos y a pesar de que existen valores faltantes, el modelo es capaz de predecir un nivel de aceptación alto.

6 | CONCLUSIONES

El algoritmo de árbol de decisión ha mostrado una exactitud del 80% frente a un 62% de la regresión bayesiana. Así mismo, se pronosticó el nivel de humedad para las muestras seleccionadas en base a las variables meteorológicas tomadas con dispositivos electrónicos y procesadas por medios informáticos (Filiberto, et al., 2011; Mohamed, et al., 2017). El almacenamiento de estos datos y la calidad juega un papel muy importante, principalmente, en este tipo de investigación (Roriz, et al., 2019; Spark.apache.org, 2019); ya que se tiene información de varios años, la cual debe de organizarse primero para su procesamiento. La grafica siguiente muestra una variable, una muestra (Santiago Atitlán) y la siguiente configuración de dimensión temporal: año 2006, meses de enero a diciembre, días, todos los días a excepción de los valores ausentes. Grafico histórico.



Cuando se compara porcentaje de error se aprecia una diferencia del 18%. Para finalizar, es importante hacer notar que ML (aprendizaje automático o aprendizaje de máquina) es una sub disciplina de la IA, parte fundamental de la informática que se ocupa del tratamiento automático de la información y se apoya de la estadística (Amaya, et al., 2017; Contreras, et al., 2017; Ji, et al., 2018; Tabales, et al., 2017; Wang, et al., 2018). Este estudio se apoyó además de la metrología y meteorología, las cuales fueron descritas en este estudio, en consecuencia, se comprobó la efectividad de un algoritmo basado en árbol de decisión (Contreras, et al., 2017) respecto a la regresión bayesiana (Mesa et al., 2021; Tang et al., 2019) y aplicado a un análisis de correlación causal de variables del clima, de tres regiones en Guatemala.

Para el modelo, cada mes o segmento de datos, tiene diferentes características climatológicas, por ejemplo, existen meses más fríos que otros, dependiendo de la región, todo esto aplica para el resto de variables como dirección del viento, radiación solar, lluvias y temporadas secas. Además, en el caso de la temperatura para Santiago Atitlán no cambia demasiado en comparación con La Unión o Esquipulas.

7 | RECOMENDACIONES

Es importante dar mantenimiento a los equipos de medición para evitar valores atípicos, muchos de estos *missing values* o valores atípicos se deben a ausencia de información, por un incidente en el equipo, en la transmisión de datos o en el almacenamiento.

Utilizar más variables para poder mejorar el modelo que se ha presentado en esta investigación.

REFERENCIAS

- Abd A.; Tawalbeh L.; Maleh Y.; Saldamli G. (2021). Big Scientific Data and Machine Learning in Science and Engineering
- Ain, Q.; Aleksandrova, A.; Roessler, F.; Ballester, P. (2015). Machine-learning scoring functions to improve structure-based binding affinity prediction and virtual screening. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science*, 5(6), 405–424. <https://doi.org/10.1002/wcms.1225>
- Amaya, C.; Magaña, P.; Ochoa, I. (2017). Evaluación de destinos turísticos mediante la tecnología de la ciencia de datos. Universidad de Colima – México.
- Contreras, E.; Ferreira, F.; Valle, M. (2017). Diseño de un Modelo Predictivo de Fuga de Clientes Utilizando Árboles de Decisión. *Revista Ingeniería Industrial*, 16(1), 07–23. <https://doi.org/10.22320/s07179103/2017.01>
- Filiberto, Y.; Caballero, Y.; Bello, R.; Frías, M. (2011). Algorithm to learn classification rules based on the extended rough set theory. *DYNA (Colombia)*, 78(169).

Franke, B.; Plante, J.; Roscher, R.; Lee, E.; Smyth, C.; Hatefi, A.; Chen, F.; Gil, E.; Schwing, A.; Selvitella, A.; Hoffman, M.; Grosse, R.; Hendricks, D.; Reid, N. (2016). Statistical Inference, Learning and Models in Big Data. *International Statistical Review*, 84(3), 371–389. <https://doi.org/10.1111/insr.12176>

Galvão J.; Ribeiro, D.; Machado, I.; Ferreira, F.; Gonçalves, J.; Faria, R.; Moreira, G.; Costa, C.; Cortez, P.; Santos, M. (2022) Bosch's Industry 4.0 Advanced Data Analytics: Historical and Predictive Data Integration for Decision Support.

Jara, M.; Cibertec, I. (2017). *Introducción Machine Learning*. 1–10.

Ji, Y.; Kim, S.; Kim, Y.; Lee, K. (2018). Human-like sign-language learning method using deep learning.

Mesa L.; Rivera M.; Romero J. (2021). Descripción general de la Inferencia Bayesiana y sus aplicaciones en los procesos de gestión.

Mohamed, A.; Berg, W.; Peng, H.; Luo, Y.; Jankowitz, R.; Wu, Sh. (2017). A deep learning method for classifying mammographic breast density categories.

Nicholson, K.; Richardson, R.; van Roden, E.; Quinton, R.; Anzilotti, K.; Richards, J. (2019). Machine learning algorithms for predicting scapular kinematics. *Medical Engineering and Physics*, 65, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2019.01.005>

Osmana, C.; Ghirana, A. (2019). When Industry 4.0 meets Process Mining.

Qaffas A.; Hoque R.; Almazmomi N. (2021). The Internet of Things and Big Data Analytics for Chronic Disease Monitoring in Saudi Arabia

Réda, C.; Kaufmann, E.; Delahaye, D. (2020). Machine Learning applications in drug development. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 18, 241-252. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2019.12.006>.

Roriz, M.; Magalhães, F.; Guedes, Á.; Colcher, S.; Endler, M. (2019). An introduction to data stream processing: a complex event processing approach (DOI: 10.1145/3323503.3345028)

Spark.apache.org: Spark SQL and DataFrames - Spark 1.5.2 Documentation, <https://spark.apache.org/docs/latest/sql-programming-guide.html>, last accessed 2021/07/19.

Tabales, J M Núñez, Carmona, F J Rey, Caridad, J M (2017). Redes neuronales (RN) aplicadas a la valoración de locales comerciales

Tang, Y.; Wang, J.; Nguyen, M.; Altintas, I. (2019). PEnBayes: A multi-layered ensemble approach for learning bayesian network structure from big data. *Sensors (Switzerland)*, 19(20). <https://doi.org/10.3390/s19204400>

Turesson, H.; Ribeiro, S.; Pereira, D.; Papa, J.; de Albuquerque, V. (2016). Machine learning algorithms for automatic classification of marmoset vocalizations. *PLoS ONE*, 11(9), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163041>

van Evert, F.; Fountas, S.; Jakovetic, D.; Crnojevic, V.; Travlos, I.; Kempenaar, C. (2017). Big Data for weed control and crop protection

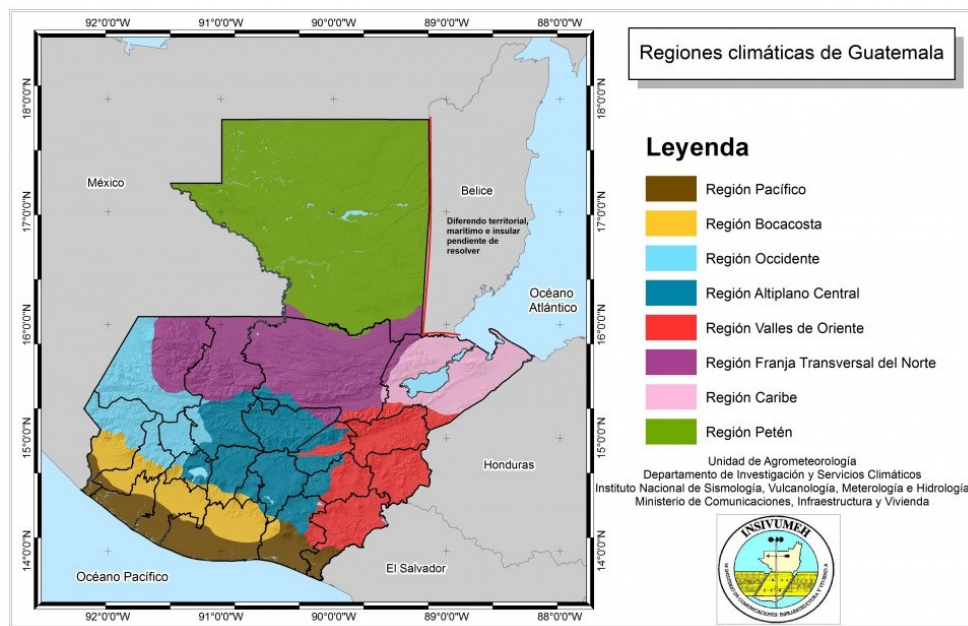
Vu, Ch.; Kim, J. (2018). Human Motion Recognition by Textile Sensors Based on Machine Learning Algorithms

Wang, Sh.; Sun, S.; Xu, J. (2018). Analysis of deep learning methods for blind protein contact prediction in CASP12

Zhang, Q; Wang, L. Xu, Z. (2017). Open source machine-learning algorithms for the prediction of optimal cancer drug therapies.

ANEXOS

Regiones climáticas de Guatemala



Fuente: Unidad de Agrometeorología, INSIVUMEH.

ANÁLISIS DE AUTORREGULACIÓN EN FORMACIÓN MATEMÁTICA DE INGENIEROS EN LA UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA CAMPUS GUANAJUATO (UPIIG)

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 07/09/2022

Gilda Rosa Bolaños Evia

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingenierías Campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional
Silao de la Victoria, Guanajuato, México
<https://orcid.org/0000-0002-3404-8833>

Lenin Augusto Echavarría Cepeda

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingenierías Campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional
Silao de la Victoria, Guanajuato, México
<https://orcid.org/0000-0003-4218-7005>

Luis Rey Díaz Barrón

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingenierías Campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional
Silao de la Victoria, Guanajuato, México
<https://orcid.org/0000-0002-4642-8382>

Yazpik Hernández Vargas

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingenierías Campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional
Silao de la Victoria, Guanajuato, México
<https://orcid.org/0000-0001-5699-4401>

investigaciones realizadas en otros países y de la reflexión teórica, se ha conformado un conjunto de herramientas teóricas y metodológicas que ayudan a estudiar esta problemática. Se utilizó el modelo de Zimmerman de Aprendizaje Autorregulado, como herramienta teórica para guiar las investigaciones en torno al desempeño académico. Este modelo representa los procesos de las fases previa, de realización y de autorreflexión de una actividad de aprendizaje y permite el involucramiento de múltiples factores como son los académicos, motivacionales, cognitivos y afectivos. Una herramienta metodológica que acompaña a este modelo es el microanálisis de aprendizaje autorregulado, el cual se aplica para estudiar el modelo con respecto a la presentación de algún examen de matemáticas. Como parte del estudio se aplicaron 20 entrevistas a alumnos antes y después de presentar un examen extraordinario. Algunos resultados fueron que los estudiantes declararon buscar compañeros de estudio basados en la convivencia y no en la conveniencia académica. Este trabajo de investigación pretende determinar los factores de autorregulación frecuentes en los alumnos de la UPIIG usando microanálisis de aprendizaje autorregulado.

PALABRAS CLAVE: Índices de reprobación, éxito escolar, fracaso escolar.

RESUMEN: Desde hace más de tres años en UPIIG-IPN, se han estudiado los factores que afectan el desempeño de los estudiantes en los cursos de matemáticas. Por medio del análisis de la experiencia docente, del estudio de

ANALYSIS OF SELF-REGULATION IN MATHEMATICAL TRAINING OF ENGINEERS IN THE INTERDISCIPLINARY PROFESSIONAL UNIT OF ENGINEERING CAMPUS GUANAJUATO (UPIIG)

ABSTRACT: For more than three years at UPIIG-IPN, factors that follow the performance of students in mathematics courses have been studied. Through the analysis of the teaching experience, research from other countries and theoretical reflection, a set of theoretical and methodological tools has been conformed to study this problem. The Zimmerman model of Self-Regulated Learning was drawn as a theoretical tool to guide research on academic performance. This model represents the processes of the previous, realization and self-reflection phases of a learning activity and allows the involvement of multiple factors such as academic, motivational, cognitive, and affective. A methodological tool that accompanies this model is the microanalysis of self-regulated learning, which is applied to study the model with respect to the presentation of a mathematics exam. As part of the study, 20 interviews were applied to students before and after presenting an extraordinary exam. Some results were that the students declared looking for study partners based on coexistence and not on academic convenience. This research work aims to determine the frequent self-regulation factors in UPIIG students using self-regulated learning microanalysis.

KEYWORDS: Failure rates, school success, school failure.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las Matemáticas representa una problemática en cualquier programa de ingeniería en la mayoría de las universidades del mundo. Con el mayor acceso de la población a los servicios educativos, el tipo de estudiantes que ingresa en las instituciones que ofrecen estos tipos de programas se ha diversificado de múltiples maneras.

Esta investigación se desarrolló en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato (UPIIG) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Las características que se analizan van enfocadas a identificar las problemáticas potenciales en el aprovechamiento de los estudiantes. La parte cualitativa se enfocó en describir los procesos de autorregulación del aprendizaje que usan los estudiantes ante un examen extraordinario, este tipo de examen se presenta después del periodo normal de clase y es con la finalidad de aprobar la materia o en su caso mejorar la calificación final del curso. El objetivo de la investigación es identificar los factores de éxito o fracaso escolar de los estudiantes de las unidades de aprendizaje del área de matemáticas para reducir los índices de reprobación en la UPIIG.

La revisión de la bibliografía fue extensa dado que se intenta resolver, a largo plazo, una situación específica con amplias repercusiones. Se revisaron artículos donde se reportan investigaciones directas o metaanálisis de factores que afectan el desempeño académico de los estudiantes en los diferentes ámbitos del conocimiento y, en particular, de las matemáticas. Esta problemática ha sido ampliamente estudiada desde un punto de

vista cuantitativo y no ha sido identificado un grupo pequeño de variables como factores principales en el desempeño académico (Quant & Sánchez, 2012).

El objetivo de esta revisión fue detectar variables que se han estudiado en otros países, instituciones o tipos de carrera, ya sea de ingeniería o de algún otro tipo, y que se podrían emplear en este estudio. La revisión bibliográfica fue exhaustiva pero no se enfocó en los resultados obtenidos, sino en la identificación de las variables que podrían medirse en la institución del estudio y que, considerando la experiencia docente de los participantes, podrían ser factores importantes. Se tomó en consideración que las condiciones de contexto particular donde se realizó el estudio podrían introducir nuevas variables de estudio, o que las variables establecidas tuvieran efectos diferentes a los observados en otros contextos.

Entre las variables de disposición de los estudiantes, está, por ejemplo, el tiempo que el discente se puede comprometer para dedicar al estudio (Pilgrim, 2010). También hay variables que están relacionadas con las características que se han establecido dentro de la institución educativa, como las horas de clase, los exámenes, las reglas de evaluación y las facilidades brindadas al estudiante (González, 2013; Meyer & Marx, 2014). El clima educativo en el que está inmerso el estudiante ha sido identificado como un factor importante (Rosário, Lourenco, Olímpia, Rodrigues, Valle & Tuero-Herrero, 2012).

Muchos estudios investigan el efecto de procrastinación, que es el hábito de postergar actividades que deben realizarse y en lugar de eso dedicarse a otras actividades más placenteras que se conoce como procrastinación (véase, por ejemplo, (Quant & Sánchez, 2012), (Rosário, et al., 2012)). Generalmente, la procrastinación tiene efectos negativos. Sin embargo, también sucede que algunas personas pueden postergar una tarea para obtener mejores resultados. Una variable que está positivamente relacionada con el desempeño de los estudiantes es la autoeficacia. En (Charleston & Leon, 2016; Rosário, et al., 2012). En estos estudios se midió qué tan confiados están los estudiantes en su propia eficacia para realizar tareas, lo cual está relacionado con su motivación para realizarlas y así desarrollarlas de manera exitosa.

Además del nivel educativo de los padres, también se infiere que una mayor participación de los padres en la educación escolar de los hijos podría influir en un mejor desempeño. En el nivel superior, esta variable no ha sido muy estudiada. Sin embargo, se han estado desarrollando instrumentos para medir esa participación que podrían adaptarse a este nivel (Valdés, Carlos & Arreola, 2013).

Debido a la correlación positiva que tiene con el desempeño escolar, la autorregulación del aprendizaje suele recibir una atención considerable como factor de éxito escolar de los estudiantes. Existen varias corrientes teóricas que estudian esta noción. En esta investigación, se consideró la línea de investigación iniciada por Zimmerman (1990, 2000, 2002, 2011) y colaboradores.

El aprendizaje autorregulado es el conjunto de procesos que despliegan los aprendices para lograr sus metas personales y que tienen que ver con las estrategias de

aprendizaje que usan, con las respuestas que ofrecen cuando se evalúa la efectividad del aprendizaje y con las motivaciones que tienen (Zimmerman, 1990). La estructura de los procesos de autorregulación se describe en tres fases cíclicas (Zimmerman, 2003, 2011; Zimmerman & Campillo, 2003); planificación, ejecución y autorreflexión.

Los procesos de la fase de ejecución tienen que ver con el autocontrol y la autoobservación. En esta fase, mediante el autocontrol, se ponen en ejecución los métodos y estrategias que fueron definidos en la fase de planeación. La parte de autoobservación se refiere al registro que lleva el aprendiz acerca de su propio desempeño, de las condiciones que lo rodean y los efectos que se producen.

Para determinar la potencialidad predictiva del aprendizaje autorregulado con respecto al desempeño académico, se han diseñado instrumentos de medición tanto cuantitativos como cualitativos. Zimmerman y Kitsantas (2014) realizaron una comparación de instrumentos de medición de autodisciplina y autorregulación con estudiantes de preparatoria y sus profesores. El instrumento de autorregulación resultó más predictivo del desempeño académico que el de autodisciplina. Por el lado cualitativo, Toms (2013) realizó una investigación cualitativa de ocho estudiantes del primer semestre de educación superior para describir los procesos de autorregulación usados por los estudiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fuente principal de preparación de las entrevistas fue (Toms, 2013). Para lo cual se entrevistaron a doce estudiantes en una primera sesión, quienes cursaban el primer semestre de Ingeniería Industrial y presentaron un examen extraordinario de la asignatura de Álgebra Lineal. Se seleccionó a estos estudiantes porque asistieron con el profesor de la asignatura a revisión del último examen parcial. Es decir, el muestreo no fue aleatorio. Para la segunda entrevista sólo regresaron ocho de los doce estudiantes que participaron en la primera entrevista. La primera sesión se realizó antes de la aplicación del examen y la segunda sesión fue posterior.

Para la primera entrevista se contó con la participación de doce estudiantes. Fueron entrevistados individualmente por tres investigadores, uno de los cuales es profesor de la asignatura. La duración promedio de las entrevistas fue de 20 minutos. El proceso de recolección de información se llevó a cabo por medio de una grabación de audio. Esta grabación se realizó por medio de dos teléfonos inteligentes. La recolección de datos se realizó de la siguiente manera:

- El primer paso consistió en solicitar el consentimiento del alumno para realizar una grabación de la entrevista.
- Se notificaron las intenciones del estudio que se pretendía realizar
- Se le preguntó a cada estudiante si estaba de acuerdo y deseaba participar en

el estudio.

La sesión de preguntas se realizó en base a una entrevista semiestructurada, la cual consiste en preguntas elaboradas previamente y preguntas espontáneas que formularon los investigadores con base en las respuestas que daban a las preguntas elaboradas anteriormente. Las preguntas que se realizaron fueron las siguientes:

- ¿Nombre y localidad de procedencia?
- ¿Dónde realizó sus estudios de bachillerato o preparatoria?
- ¿Cómo y por qué fue que decidió entrar a UPIIG?
- ¿Por qué eligió estudiar Ingeniería Industrial?
- ¿Cómo fue su formación y desempeño en el área de Matemáticas en la preparatoria o bachillerato?
- ¿Sabes la razón de tu desempeño bueno/malo en tu bachillerato/preparatoria?
- ¿Cómo sintió la transición del nivel medio superior al superior?
- ¿Qué estrategias de aprendizaje utilizaste en Álgebra Lineal?
- ¿Cuál fue la causa de tu desempeño en Álgebra Lineal?
- ¿Cómo piensas prepararte para el extraordinario de Álgebra Lineal?
- ¿Para prepararte, buscas ayuda con los compañeros, amigos o profesores?
- ¿Cómo es tu vida social?
- ¿Cuánto tiempo dedicas al estudio para la preparación de los exámenes de las unidades de aprendizaje?
- ¿Qué calificación esperas en el extraordinario de Álgebra Lineal?

Se agradeció a cada estudiante por su tiempo, y se le preguntó si estaría dispuesto a otra entrevista, la cual se llevaría a cabo después de la aplicación de su examen extraordinario.

Para la segunda entrevista solo se contó con el apoyo de ocho estudiantes. En esta ocasión fueron solamente dos los entrevistadores. Las preguntas estuvieron ligadas a la verificación de las expectativas de la parte anterior, cómo evaluaron su desempeño, a qué causas externas o internas creían que se debían sus resultados y qué tan satisfechos se sentían con esos resultados.

Así, las entrevistas se refirieron a la fase de planeación y autorreflexión del modelo de Zimmerman de aprendizaje autorregulado. Actualmente no se cuenta con un instrumento de recopilación de datos general para la fase de ejecución. Esto se debe a que no había elementos específicos que se analizarán como en la metodología de microanálisis de autorregulación del aprendizaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan algunos de los resultados encontrados en la parte cualitativa, recabados de las entrevistas sostenidas con los estudiantes:

Los argumentos mencionados por los estudiantes del porqué llegaron a esta Unidad Académica son muy variadas destacando entre ellas la amistad con compañeros de la escuela preparatoria, y familiares o conocidos que han estudiado en esta escuela o en otras unidades académicas del IPN. Una mínima parte respondió que como estudiantes se consideraban muy buenos en matemáticas, por lo que sin duda podrían con el nivel exigido.

En cuanto a los cursos de matemáticas un 60% considera que su desempeño académico fue aceptable, debido a que tuvieron maestros en la preparatoria que eran buenos. Pero el restante estipula que no fue suficiente los contenidos que aprendieron en ese nivel educativo, dado que fueron aprendizajes superficiales que no bastan para responder a las demandas de lo que se requiere en la UPIIG. Como respuesta a la pregunta de qué hacer en caso de no saber cómo se resuelve un problema, el 95% considera que, preguntando a compañeros de clase o de semestres avanzados, un 80% considera que haciendo investigación en internet ayuda a resolver las dudas.

El 15% de los estudiantes establece que la transición del nivel medio al superior fue no tan difícil solo en el final del semestre. El porcentaje restante menciona que ha sido uno de los cambios más drásticos en sus vidas, tomando en consideración: la falta de conocimientos del nivel preparatoria, la circunstancia de iniciar una nueva etapa de vida sin la convivencia familiar y responsabilizándose de aspectos como su seguridad, preparación de alimentos, actividades domésticas, administración del presupuesto económico, realizar trámites de diversa índole.

En cuanto a las principales estrategias de estudio establecidas por los estudiantes para pasar el examen extraordinario son: a) asignar la mayor cantidad de horas de estudio, b) elaboración de ejercicios, c) investigación en internet, d) pasar los apuntes en limpio y por último e) conformar grupos de estudio. Las calificaciones esperadas por los estudiantes para el examen extraordinario van desde el 6 y hasta el 8. Por lo que se refiere a la socialización con los compañeros de clase exhiben que en pocas ocasiones se integran, dado que en algunos casos consideran es una pérdida de tiempo, en otros el hecho de vivir en distintas ciudades complica la interacción y por otra parte las cuestiones económicas.

CONCLUSIONES

Se estudiaron varios aspectos de los factores que afectan el desempeño escolar. Dentro de las variables más importantes se encuentran las siguientes:

- Comparado con otros estudiantes de la clase de matemáticas yo espero hacerlo bien.

- Mis habilidades para estudiar matemáticas son excelentes comparadas con las de mis compañeros.
- En matemáticas yo prefiero que el trabajo en clase sea retador para que pueda aprender cosas nuevas.
- Cuando estudio para un examen de matemáticas trato de integrar la información de clases y la del libro.

En este sentido se determina que algunos de los factores del éxito de los estudiantes de la UPIIG en el área de las unidades de aprendizaje de matemáticas son: a) la asignación cotidiana de al menos 90 minutos diarios para el estudio y resolución de problemas, b) la resolución de dudas, con el apoyo de sus compañeros de clase sin descartar el uso de contenidos visuales como tutoriales en video y c) adecuada selección de los integrantes de los grupos de estudio de acuerdo a la conveniencia académica y no basada en las relaciones amistosas. Dentro de los factores que llevan al fracaso se encuentra el ausentismo a las últimas clases del semestre, el exceso de convivencia social, sobre todo en los tres primeros semestres, el exceso de confianza durante el primer parcial.

En cuanto a las principales estrategias de estudio establecidas por los estudiantes para pasar el examen extraordinario son: a) asignar la mayor cantidad de horas de estudio, b) elaboración de ejercicios, c) investigación en internet, d) pasar los apuntes en limpio y por último e) conformar grupos de estudio. Las calificaciones esperadas por los estudiantes para el examen extraordinario van desde el 6 y hasta el 8. Por lo que se refiere a la socialización con los compañeros de clase exhiben que en pocas ocasiones se integran, dado que en algunos casos consideran es una pérdida de tiempo, en otros el hecho de vivir en distintas ciudades complica la interacción y por otra parte las cuestiones económicas.

Con base en los resultados y conclusiones obtenidas nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las estrategias para proponer retos de aprendizaje a los estudiantes para promover el aprendizaje?, para lo cual y tomando en base a la literatura expuesta en el ámbito matemático se establece que algunas de las estrategias exitosas son aquellas que promueven la participación activa de los estudiantes durante las clases, el repaso continuo y el ejercicio constante por medio de la resolución de problemas, así como la preparación de los exámenes con tiempo de anticipación y para cerrar que los estudiantes puedan compartir su aprendizaje por medio de la asesoría a otros estudiantes de su nivel o semestre.

REFERENCIAS

Charleston, L., & Leon, R. (2016). Constructing self-efficacy in STEM graduate education. **Journal for Multicultural Education**, 10(2), 152-166. <http://doi.org/10.1108/JME-12-2015-0048>

González, E. I. (2013). Estudio sobre factores contexto en estudiantes universitarios para conocer por qué unos tienen éxito mientras otros fracasan. **Revista Intercontinental de Psicología y Educación**, 15(2), 135-154. Recuperado a partir de www.redalyc.org/articulo.oa?id=80228344008

Kitsantas, A., & Zimmerman, B. (2002). Comparing Self-Regulatory Processes Among Novice, Non-Expert, and Expert Volleyball Players: A Microanalytic Study. **Journal of Applied Sport Psychology**, 14(2), 91-105. <http://doi.org/10.1080/10413200252907761>

Meyer, M., & Marx, S. (2014). Engineering dropouts: A qualitative examination of why undergraduates leave engineering. **Journal of Engineering Education**, 103(4), 525-548. <http://doi.org/10.1002/jee.20054>

Pilgrim, M. (2010). **A Concepts for Calculus Intervention: Measuring Student Attitudes Toward Mathematics and Achievement in Calculus**. Tesis de doctorado. UMI Dissertation Publishing. Recuperado a partir de <http://media.proquest.com>

Quant, D., & Sánchez, A. (2012). Procrastinación, procrastinación académica: concepto e implicaciones. **Revista Vanguardia Psicológica Clínica Teórica y Práctica**, 3(1), 45-59. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4815146>

Rosário, P., Lourenco, A., Olímpia, P., Rodrigues, A., Valle, A., & Tuero-Herrero, E. (2012). Predicción del rendimiento en matemáticas: efecto de variables personales, socioeducativas y del contexto escolar. **Psicothema**, 24(2), 289-295. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72723578018>

Toms, M. L. (2013). **A Qualitative Inquiry Into the Self-Regulated Learning of First-Semester College Students**. Tesis de doctorado no publicada. North Carolina State University. Recuperado a partir de <https://repository.lib.ncsu.edu/handle/1840.16/8919>

Valdés, A., Carlos, E., & Arreola, C. (2013). Desarrollo de un instrumento para medir la participación de los padres en la educación escolar de los hijos. **Revista de Evaluación Educativa**, 2(1), 92-109. Recuperado a partir de <http://revalue.mx/>

Zimmerman, B. (2002). **Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. Theory Into Practice**, 41(2), 64-70. http://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

Zimmerman, B. (2011). Motivational Sources and Outcomes of Self-Regulated Learning and Performance. En B. Zimmerman & D. Schunk (Eds.), **Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance** (pp. 49-64). Abingdon: Routledge. <http://doi.org/10.4324/9780203839010.ch4>

Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (2014). Comparing students' self-discipline and self-regulation measures and their prediction of academic achievement. **Contemporary Educational Psychology**, 39(2), 145-155. <http://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.03.004>

Zimmerman, B., & Campillo, M. (2003). Motivating Self-Regulated Problem Solvers. En J. Davidson & R. Sternberg (Eds.), **The psychology of problem solving** (pp. 233-262). Cambridge: Cambridge University Press. <http://doi.org/10.1017/CBO9780511615771.009>

AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS: BREVE ABORDAGEM

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 04/08/2022

Dalton Nasser Muhammad Zeidan

Universidade Estadual de Maringá, Pós-
Graduação em Geografia
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1668900748962019>

Renan Valério Eduvirgem

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Geografia
Guarapuava – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4616605941748948>

Maria Eugênia Moreira Costa Ferreira

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Geografia
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6927311623220981>

RESUMO: As Aeronaves Remotamente Pilotadas são utilizadas para distintas finalidades na atualidade, incluindo para pesquisas de instituições privadas e públicas, bem como para a gestão e planejamento de distintas hierarquias, municipal, estadual e federal. As Aeronaves Remotamente Pilotadas permitem inovação na coleta de dados, sendo na maioria das vezes de baixo custo e rápida. Essas aeronaves são utilizadas por diversos profissionais, assim, permitindo encontrar na literatura uma gama de estudos distintos. Nessa perspectiva, o presente trabalho apresenta uma revisão de literatura com aplicações realizadas com as Aeronaves

Remotamente Pilotadas.

PALAVRAS-CHAVE: Aeronaves Remotamente Pilotadas, Veículo Aéreo Não Tripulado, ortomosaico.

THE REMOTELY PILOTED AIRCRAFT: BRIEF APPROACH

ABSTRACT: The Remotely Piloted Aircraft are currently used for different purposes, including for research in private and public institutions, as well as for the management and planning of different hierarchies, municipal, state and federal. Remotely Piloted Aircraft allow innovation in data collection, being in most cases low cost and fast. These aircraft are used by several professionals, thus allowing to find in the literature a range of different studies. In this perspective, the present work presents a literature review with applications carried out with Remotely Piloted Aircraft.

KEYWORDS: Remotely Piloted Aircraft, Unmanned Aerial Vehicle, orthomosaic.

1 | INTRODUÇÃO

As Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) podem ser compreendidas como veículo motorizado, que é conduzido por um piloto via controle remoto (EISENBEISS, 2009); esse controle pode ser realizado também por simulador, computador, dispositivo digital e entre outros (HIPARC GEOTECNOLOGIA, 2015).

Na literatura há também a sigla RPAS, que significa *Remotely Piloted Aircraft Systems*. Nesse caso, consiste em:

[...] um sistema de RPA que inclui o RPA e todos os recursos do sistema que a fazem voar: a estação de pilotagem remota, o link ou enlace de comando que possibilita o controle da aeronave, seus equipamentos de apoio, etc. Ao conjunto de todos os componentes que envolvem o voo de uma RPA utiliza-se, o nome de RPAS (HIPARC GEOTECNOLOGIA, 2015).

Encontra-se também na literatura a sigla VANT, que significa Veículo Aéreo Não Tripulado. Como esse trabalho trata-se de uma revisão de literatura, e nos estudos foram utilizadas as siglas RPA, RPAS e VANT, para facilitar e padronizar, utilizou-se a sigla RPA no presente estudo.

As RPA são utilizadas na atualidade em distintas aplicações, tais como projetos ambientais, planejamento, bases de prefeituras, e entre outras finalidades incluindo interesses de empresas privadas.

A abordagem de temáticas utilizando RPA são crescentes no meio acadêmico, contemplando monografias, dissertações de mestrado e teses de doutorado (GONÇALVES, 2016; ALMEIDA, 2018; MULLER, 2019; LOCASTRO, 2020).

Um dos motivos da utilização em massa tanto por pesquisadores, quanto por empresas privadas, consiste na alta resolução espacial do produto final. Cândido, Silva e Paranhos Filho (2015, p. 148) salientam que “Imagens aéreas com alta resolução espacial e temporal contribuem para obtenção de informações em campo, caracterização do problema e até a geração de cartas temáticas em escala de elevado detalhe”. Locastro (2020) ressalta ainda a possibilidade de levantamentos ágeis, inclusive em áreas restritas e também a importância como método complementar ao estudo *in loco* para potencializar os resultados.

Diante da importância dos estudos utilizando RPA, esse trabalho tem como objetivo promover uma revisão de literatura de trabalhos realizados no período de 2014 a 2022. Ressalta-se que, não pretende-se esgotar o assunto, ou mesmo, pormenorizar todos os aspectos que envolvem os RPA. Assim, elencando-se alguns trabalhos correspondentes a esse período.

2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nessa pesquisa utilizou-se as palavras-chave aeronaves remotamente pilotadas (*remotely piloted aircraft*) e veículo aéreo não tripulado (*unmanned aerial vehicles*), sendo utilizado os buscadores acadêmicos Google Acadêmico e ScienceDirect. O período elencado para análise correspondeu aos anos de 2014 a 2022.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As RPA ganharam destaque em distintas áreas, como logística, vigilância de tráfego, monitoramento, segurança pública, aeronáutica, aplicações militares, geomática, mapeamento de vegetação, em área com plantio de cana-de-açúcar, e também dentre

inúmeras aplicações civis (NEX; REMONDINO, 2014; ALVES JÚNIOR et al., 2015; MORIYA, 2015; OLIVEIRA et al., 2017; RADMANESH et al., 2018; ZHAO; ZHENG; LIU, 2018; OLIVEIRA; BRITO, 2019; MACRINA et al., 2020; FERREIRA, 2020; LOCASTRO, 2020; GONÇALVES, 2021).

Trabalhos que referem-se a revisão de literatura sobre as RPA, apresentam elevada diversidade de temáticas abordadas, como exemplo Simões et al. (2022) realizaram revisão sobre métodos de planejamento de rotas; Toriumi, Bittencourt e Futai (2023) com o trabalho intitulado UAV-based inspection of bridge and tunnel structures: na application review; Stöcker et al. (2017) com a revisão intitulada Review of the Current State of UAV Regulations; Giordan et al. (2018) com Review article: the use of remotely piloted aircraft systems (RPASs) for natural hazards monitoring and management.

Mulero-Pázmány et al. (2014) utilizaram RPA como uma ferramenta anti-caça de rinocerontes na África. Os autores salientaram que o baixo custo proporcionado pelos RPA, permitem que essa aplicação seja expandida para outras áreas, e também para outros animais que passam pelo mesmo problema.

Vieira, Nunes e Fernandes (2015) utilizaram ortomosaico com dados do infravermelho próximo adquirido por VANT, sendo apresentado mapeamento de uso e cobertura da terra, bem como à distinção da espécie *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (Arecaceae).

Silva, Silva e Cândido (2016) em estudo de mapeamento de uso da terra em área de Cerrado, verificaram que as classes oriundas das classificações automáticas no comparativo com a gerada por fotointerpretação, a classificação gerada por região de similaridade 20 e área 200 foi a melhor, com base na análise estatística e visual.

Trabalhos que expressam os melhores resultados de classificações de imagens suborbitais podem otimizar o mapeamento, principalmente em áreas de desmatamento, assim, auxiliando no planejamento.

Estudos com foco no monitoramento de processos erosivos utilizando RPA, são crescentes na literatura. Pereira (2017) analisou uma voçoroca em Ourinhos, São Paulo, e detectou que a mesma não está estável. Os ortomosaicos foram fundamentais para auxiliar no diagnóstico dos resultados apresentados pelo autor.

Picanço e Parente (2018) utilizaram RPA para identificação de resíduos de construção civil, dispostos em locais inapropriados. Os autores obtiveram êxito na identificação utilizando tanto imagem RGB quanto infravermelho (câmera NIR); os resultados para imagens NIR foram satisfatórios fora do perímetro urbano, uma vez que os resíduos da construção civil são facilmente identificados em meio a vegetação e solo exposto. Não obstante, imagens RGB permitiram a identificação dos resíduos em meio urbano e não urbano.

Waite et al. (2019) empregaram o RPA como ferramenta para promover avaliação de infestação de cipós nas copas de árvores de floresta tropical, em Sabá, Malásia. Um importante resultado determinado pelos autores, foi que as estimativas de infestação de

cipós via RPA correlacionaram-se fortemente com levantamentos terrestres em árvores individuais e a nível de parcela.

Santangelo et al. (2019) utilizaram RPA abordando a temática de exposição rodoviária e desmoraamentos, estudando a Villanova di Accumoli (centro da Itália). Estudos com essa ótica são fundamentais, uma vez que identificar quais partes da estrada estão mais sujeitas a ser impactada com desmoraamentos, consiste em importante informação que pode ser utilizada por gestores, em prol da segurança civil.

Martin et al. (2020) realizaram pesquisa apresentando e testando método de levantamento detalhado da densidade e cobertura de ervas marinhas estuarinas utilizando RPA com sensor multiespectral. Os autores indicaram que a mensuração quantitativa da mudança na densidade das ervas marinhas é repetível e viável com precisão moderada a alta em todas as classes de densidade.

Palomino-González et al. (2021) avaliaram o comportamento de mamíferos em Svalbard, Noruega, e os níveis sonoros de RPA. Foi detectado que a sensibilidade varia entre espécies, estações e dias consecutivos no mesmo local. Os autores sugeriram distâncias mínimas de 50 a 80 metros para morsas e focas; detectou-se também que no pouso ocorreu maior agitação, pois produziu-se níveis mais altos de ruídos e variações nos sons. No trabalho os autores também destacaram outros animais, tais como baleias brancas e ursos polares.

Silva Junior (2022) utilizou RPA em área com plantio de coqueiros - *Cocos nucifera* -, em Macaíba/RN, sendo utilizada imagem RGB e índice multiespectral – *Visible Atmospheric Resistant Index* (VARI) -. Os autores detectaram falhas na linha de plantio, plantas com área foliar distintas e verificação das plantas com maior potencial de produção.

4 | CONCLUSÕES

Com base nos trabalhos publicados entre 2014 e 2022, abordados nessa revisão de literatura, pode-se evidenciar que as RPA são utilizadas em diferentes áreas do conhecimento, tais como geografia, engenharia civil, agrônômica, florestal, geologia e entre outras que foram apresentadas nessa revisão.

As RPA são cada vez mais necessárias para o avanço de estudos que necessitam trabalhar em escala grande – escala cartográfica –, seja para o monitoramento de pontes, túneis, animais terrestres e marinhos, florestas, evolução de processos erosivos, agricultura e tantas outras áreas que as RPA podem agregar vantagens e proporcionar resultados inovadores, assim, auxiliando no progresso das ciências, bem como com informações valiosas para os planejadores.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece à Fundação CAPES, pela bolsa de doutorado. Agradecimentos também para os Departamentos de Geografia e Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual do Centro-Oeste.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. H. S. **Avaliação de métodos de mosaico de imagens aplicados em imagens agrícolas obtidas por meio de RPA**. 2018. 66 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018.

ALVES JÚNIOR, L. R.; CÔRTEZ, J. B. R.; SILVA, J. R.; FERREIRA, M. E. Validação de ortomosaicos e modelos digitais de terreno utilizando fotografias obtidas com câmera digital não métrica acoplada a um VANT. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. December, p. 1453–1466, 2015.

CÂNDIDO, A. K. A. A.; SILVA, N. M.; PARANHOS FILHO, A. C. Imagens de Alta Resolução Espacial de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) no Planejamento do Uso e Ocupação do Solo. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 38, n. 1, p. 147-156, 2015.

EISENBEISS, H. **UAV Photogrammetry**. Doctor of sciences, University of Technology Dresden, Germany, 2009, 237p.

FERREIRA, M. P. **Geoestatística e aerofotogrametria aplicadas à seleção de famílias de cana-de-açúcar**. 2020. 72 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020.

GIORDAN, D.; HAYAKAWA, Y.; NEX, F.; REMONDINO, F.; TAROLLI, P. Review article: the use of remotely piloted aircraft systems (RPASs) for natural hazards monitoring and management. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 18, p. 1079-1096, 2018.

GONÇALVES, P. A. V. **Fiabilidade de Sistemas e Componentes de UAV's**. 2016. 204 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade do Porto, Porto, 2016.

GONÇALVES, V. P. Metodologia de análise de imagens baseada em objetos geográficos (GEOBIA) utilizando RPAS (drone) com sensor RGB. **Estrabão**, v. 2, p. 1-29, 2021.

HIPARC GEOTECNOLOGIA. Alerta de segurança operacional ASO-05-2015-Pag 1; 08-JUN-15. Disponível em: http://www.hiparc.com.br/pdf/ASO_05_2015_Cuidados_com_Drones.pdf. Acesso em: 18 jun. 2022.

LOCASTRO, J. K. **Vegetação urbana de Centenário do Sul (PR): métodos de levantamento em campo e por aerofotogrametria**. 2020. 215 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

MACRINA, G.; PUGLIESE, L. D. P.; GUERRIERO, F.; LAPORTE, G. Drone-aided routing: A literature review. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 120, n. August, p. 102762, 2020.

MARTIN, R.; ELLIS, J.; BRABYN, L.; CAMPBELL, M. Change-mapping of estuarine intertidal seagrass (*Zostera muelleri*) using multispectral imagery flown by remotely piloted aircraft (RPA) at Wharekawa Harbour, New Zealand. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 246, 107046, 2020.

MORIYA, É, A. S. **Identificação de bandas espectrais para detecção de cultura de cana-de-açúcar sadia e doente utilizando câmara hiperespectral embarcada em VANT**. 2015. 147 f. Tese (Doutorado em Ciências Cartográficas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2015.

MULERO-PÁZMÁNY, M.; STOLPER, R.; ESSEN, L. D.; NEGRO, J. J.; SASSEN, T. Remotely Piloted Aircraft Systems as a Rhinoceros AntiPoaching Tool in Africa. **PLoS ONE**, v. 9, n. 1, p. e83873, 2014.

MULLER, T. O. **Uso de RPAS como ferramenta auxiliar em diagnósticos ambientais: estudo de caso – detecção automática de drenagem**. 2019. 16 f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento Ambiental) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

NEX, F.; REMONDINO, F. UAV for 3D mapping applications: A review. **Applied Geomatics**, v. 6, p. 1–15, 2014.

OLIVEIRA, D. V.; BRITO, J. L. S. Avaliação da Acurácia Posicional de Dados Gerados por Aeronave Remotamente Pilotada. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 4, p. 934–959, 2019.

OLIVEIRA, D. R.; CICERELLI, R. E.; ALMEIDA, T.; MAROTTA, G. S. A. Geração de Modelo Digital do Terreno a partir de imagens obtidas por Veículo Aéreo Não Tripulado. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 6, p. 1143-1151, 2017.

PALOMINO-GONZÁLEZ, A.; KOVACS, K. M.; LYDERSEN, C.; IMS, R. A.; LOWTHER, A. D. Drones and marine mammals in Svalbard, Norway. **Marine Mammal Science**, v. 37, p. 1212-1229, 2021.

PEREIRA, B. C. B. **Análise da evolução de processos erosivos com fotografias obtidas por VANT (RPAS)**. 2017. 83 f. Monografia (Bacharel em Geografia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ourinhos, 2017.

PICANÇO, A. P.; PARENTE, D. C. Utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) na identificação de resíduos de construção civil (rcc) dispostos em locais inadequados. In: 13º Seminário Nacional de Resíduos Sólidos, 2018, Cuiabá-MT. **Anais eletrônicos ...** Cuiabá: ABES, 2018, p. 1-9. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento41/TrabalhosCompletoPDF/I-041.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2022.

RADMANESH, M.; KUMAR, M.; GUENTERT, P. H.; SARIM, M. Overview of Path-Planning and Obstacle Avoidance Algorithms for UAVs: A Comparative Study. **Unmanned Systems**, v. 6, n. 2, p. 95–118, 2018.

SANTANGELO, M.; ALVIOLI, M.; BALDO, M.; CARDINALI, M.; GIORDAN, D.; GUZZETTI, F.; MARCHESINI, I.; REICHENBACH, P. Brief communication: Remotely piloted aircraft systems for rapid emergency response: road exposure to rockfall in Villanova di Accumoli (central Italy). **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 19, p. 325-335, 2019.

SILVA, F. C. M.; SILVA, N. M.; CÂNDIDO, A. K. A. A. Seleção de técnicas de classificação de fotografias aéreas derivadas de VANT na análise ambiental de área de cerrado. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 1, p. 74-84, 2016.

SILVA JUNIOR, A. A. **VANT na agricultura: ferramenta de auxílio na identificação de mortalidade de plantas em plantio de coqueiro.** 2022. 21 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2022.

SIMÕES, D. P.; OLIVEIRA, H. C.; LIMA JÚNIOR, O. F.; COSTA, D. C. Métodos de Planejamento de Rotas para RPA's: uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 74, n. 2, 2022.

STÖCKER, C.; BENNETT, R.; NEX, F.; GERKE, M.; ZEVENBERGEN, J. Review of the Current State of UAV Regulations. **Remote Sensing**, v. 9, 459, 2017.

TORIUMI, F. Y.; BITTENCOURT, T. N.; FUTAI, M. M. UAV-based inspection of bridge and tunnel structures: an application review. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 16, n. 1, e16103, 2023.

VIEIRA, D. J. E.; NUNES, G. M.; FERNANDES, A. T. Utilização de ortomosaico com dados do infravermelho próximo adquirido por VANT no mapeamento de fitofisionomias em área do Pantanal Norte de Mato Grosso. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2015, João Pessoa-PB. **Anais eletrônicos ...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 5201-5208. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Dennis-Junio-Vieira/publication/275354913_Utilizacao_de_ortomosaico_com_dados_do_infravermelho_proximo_adquirido_por_VANT_no_mapeamento_de_fitofisionomias_em_area_do_Pantanal_Norte_de_Mato_Grosso/links/553b10970cf2c415bb08ff9e/Utilizacao-de-ortomosaico-com-dados-do-infravermelho-proximo-adquirido-por-VANT-no-mapeamento-de-fitofisionomias-em-area-do-Pantanal-Norte-de-Mato-Grosso.pdf. Acesso em: 16 jun. 2022.

WAITE, C. E.; HEIJDEN, G. M. F.; FIELD, R.; BOYD, D. S. A view from above: Unmanned aerial vehicles (UAVs) provide a new tool for assessing liana infestation in tropical forest canopies. **Journal of Applied Ecology**, v. 56, p. 902-912, 2019.

ZHAO, Y.; ZHENG, Z.; LIU, Y. Survey on computational-intelligence-based UAV path planning. **Knowledge-Based Systems**, v. 158, n. March, p. 54-64, 2018.

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE COLOIDES DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA POR ESPECTROSCOPIA-ÓPTICA Y VOLTAMETRÍA

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 08/08/2022

Margarita Navarrete Montesinos

Instituto de Ingeniería, Lab. De Pruebas No Destructivas, Universidad Nacional Autónoma de México, en PUNTA-UNAM, Apodaca, Nuevo León 66629, México.

<https://orcid.org/0000-0001-6083-7900>

Rodrigo Mayén-Mondragón

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México en PUNTA, Apodaca, Nuevo León
www.punta.unam.mx

Daniel Aguirre-Aguirre

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México em PUNTA-UNAM, Apodaca, Nuevo León 66629, México
www.punta.unam.mx

RESUMEN: Reportamos la aplicación de la espectroscopia UV-vis-IR y la voltamperometría cíclica para la caracterización y estudio de la estabilidad de coloides de plata. Se preparan muestras de diferentes colores mediante reducción química variando la concentración de citrato / borohidruro y aplicando irradiación con luz blanca por varias horas. La respuesta electroquímica de cada muestra se relaciona con la resonancia del plasmon superficial (SPR) característico detectado a partir de su espectro de absorción. La voltametría cíclica

evidencia un pico de reducción cuya posición es específica para cada muestra. Se realiza el seguimiento del precursor coloidal durante 12 h, bajo irradiación de luz blanca, y se detecta que las AgNPs experimentan cambios en tamaño y estado superficial (división e inversión de las bandas de absorción) para alcanzar la forma coloidal “estable”. Mientras que las bandas del espectro de absorción del precursor regresan casi periódicamente a posiciones similares, el pico de reducción característico del voltamograma se desplaza en función del tiempo. Finalmente, seguimos los cambios SPR de un coloide “estable” que se somete a electrólisis, calentamiento e irradiación solar, con fines de remediación ambiental. La exposición a la luz solar produce la caída más significativa del SPR, pero la técnica electroquímica se muestra prometedora también.

PALABRAS CLAVE: Nanopartículas de plata, Voltametría cíclica, Espectroscopia UV-Vis-IR.

ABSTRACT: The application of UV-vis-IR spectroscopy and cyclic voltammetry are reported for the characterization and study of the stability of silver colloids in water. Samples of different colors are prepared via chemical reduction, varying the concentration of citrate / borohydride and applying irradiation with white light for several hours. The electrochemical response of each sample is related to the surface plasmon resonance (SPR) detected from its UV-vis-IR absorption spectrum. The cyclic voltammetry shows a reduction peak whose position is specific for each sample. Follow-up of the colloidal precursor is carried out for 12 h, under irradiation of white-light, and it is detected that the AgNPs

undergo change in size and surface state (absorption bands splitting and inversion) to reach the “stable” colloidal form. While the precursor absorption spectrum bands periodically return to similar positions, the characteristic reduction peak of the voltammogram shifts in time. Finally, we follow the SPR changes of one “stable” colloid that undergoes electrolysis, heating, and sunlight irradiation (for environmental remediation purposes). Exposure to sunlight produces the most significant drop in the SPR band, but the electrochemical technique shows itself promising as well.

KEYWORDS: Silver nanoparticles, UV-vis-IR spectroscopy, Cyclic Voltammetry.

1 | INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas los esfuerzos de la investigación en nanociencia y nanotecnología a crecido en forma exponencial. La tendencia hacia el uso de materiales y dispositivos multifuncionales ya no solo se aplica a los dispositivos optoelectrónicos, como teléfonos inteligentes, células solares, pantallas, etc., sino también a los productos de consumo, agropecuarios y médicos. Actualmente comenzamos a comprender el enfoque nano, sus funcionalidades a través del uso de superficies y materiales, sus formas de fabricación, síntesis y procesamiento. En la actualidad, los átomos, las moléculas, los grupos y las nanopartículas se usan como bloques de construcción funcionales para confeccionar fases nuevas de la materia condensada. Altera las dimensiones de los bloques de construcción, controla su geometría superficial, química, ensamblaje y, por lo tanto, genera las funcionalidades.

La industria está incorporando nanopartículas (NPs) a sus productos estándar con la esperanza de agregar valor e innovación. Las NPs metálicas son una opción ya que exhiben diferentes propiedades fisicoquímicas relacionadas con su tamaño y forma (Chouhan; Abbas et al., 2018). Una de sus propiedades ópticas destacadas es la resonancia de plasmon superficial (SPR por sus siglas en inglés), es decir, la oscilación colectiva de los electrones de conducción excitados por el campo electromagnético de la luz (Kreibig et al., 1996). Dentro de las NPs metálicas disponibles, la gama de nanopartículas de plata (Ag-NPs) es una selección de consumo popular; ya que exhiben pérdidas insignificantes en su frecuencia óptica durante la propagación de su plasmón superficial (Gong et al., 2009), son fáciles de detectar, además muestran alta conductividad eléctrica y térmica, absorción en la región Vis-IR, mejoran la dispersión Raman, tienen actividad catalítica, alta capacitancia eléctrica de doble capa y comportamiento óptico no lineal. Además, exhiben un amplio espectro de alta actividad antimicrobiana (actividad bactericida y fungicida) que impulsa a los científicos y tecnólogos a desarrollar productos desinfectantes basados en nanoplatina (Bittar et al., 2017, Qing et al., 2017).

Diferentes métodos de confección se han desarrollado para sintetizar Ag-NPs en una variedad de formas, por ejemplo; discos, cilindros, prismas, alambres, estructuras huecas, etc., (Krutiyakov et al., 2008; Métraus et al., 2005). La técnica de reducción de

citrato/borohidruro se aplica para la preparación de Ag-NPs coloidales, ya que promueve la estabilidad coloidal y al mismo tiempo permite la producción en masa a bajo costo. En dicho método, el tamaño de partícula y el estado de aglomeración del coloide dependen de la concentración de nitrato de plata y la relación entre citrato/borohidruro, el tiempo de reacción, la temperatura, el pH y la fuente de energía externa. La energía externa suministrada sostiene la cinética de la reacción. Diferentes tipos de energía se han probado, por ejemplo, ultrasónido, calentamiento dieléctrico de microondas, rayos X, luz UV y luz láser (Panda et al., 2018). Incluso la luz solar ha sido reportada para la síntesis de Ag-NPs coloidales (Tang et al., 2015; Gorham et al., 2012). En general, la formación de Ag-NPs coloidales estables mediante el proceso de reducción de citrato mediado por fotones se reproduce a través de dos pasos: fotorreducción de iones Ag^+ para la formación de NPs estables (nucleos) y crecimiento fotoinducido de los nucleos (siendo el mecanismo dependiente de la longitud de onda de la fuente de radiación), Maillard et al., 2003). El uso extendido de NPs que se da actualmente en el mundo genera la necesidad de estudiar su impacto en los ecosistemas, seguridad alimentaria y salud humana. Se establecen temas nuevos de estudio: la interacción entre las plantas de cultivo y las NPs, la remediación ambiental de los cuerpos contaminados con NPs.

La naturaleza heterogénea de las NPs y sus concentraciones usualmente bajas, así como la variedad de matrices ambientales presentan un gran desafío para su detección, caracterización y remediación. En el caso de las Ag-NPs, los investigadores aplican las técnicas clásicas (microscopía de fuerza atómica, microscopía electrónica de barrido, dispersión de luz dinámica, microscopía electrónica de transmisión, espectroscopía de fotoelectrones de rayos X, análisis de difracción de rayos X, espectroscopía UV-visible (UV-vis) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier) para su estudio a nivel de laboratorio. Entre estas, la espectroscopía UV-vis es el método conveniente y factible para la detección rápida del pico típico de las Ag-NPs en el intervalo de 385-450 nm. La mayoría de dichas técnicas requieren de infraestructura, equipo e instrumentación que en sí mismo tiene poca flexibilidad y versatilidad en el campo industrial. Actualmente, se requiere una detección rápida y directa de las NPs metálicas en áreas biomedicas, para determinar la calidad del agua y los estudios de toxicidad. En esta dirección, los métodos electroquímicos serían una alternativa económica para realizar el análisis rápido de muestras acuosas para detectar por ejemplo NPs de oro (Bonanni, et al., 2011), plata (Ivanova et al., 2010) ó platino (Tang et al., 2010). En ciertos casos, se necesita realizar la correlación entre la señal electroquímica y el tamaño de partícula [Ivanova et al., 2010]. La detección y caracterización de NPs por métodos electroquímicos se lleva a cabo en dos vías: inmovilización de las NPs en la superficie del electrodo (Giovanni et al., 2011) o detección directa de NPs que golpean la superficie del electrodo (Ress et al., 2011). En la última década, los diferentes estudios sobre las Ag-NPs concluyen que:

- Las propiedades ópticas únicas están asociadas con la resonancia del plasmon superficial.
- La espectroscopia UV-vis detecta una banda de absorción típica en el intervalo de 385–450 nm.
- Las superficies de las NPs tienen actividad catalítica y alta capacitancia en su doble capa eléctrica.

En el presente trabajo, investigamos el comportamiento electroquímico por voltamperometría cíclica de coloides de Ag-NPs, como complemento a las herramientas ópticas comunes utilizadas para su caracterización. La respuesta electroquímica se encuentra correlacionada con el pico principal en los espectros de absorción así como el tamaño promedio de las partículas.

Se estudian y analizan tres casos diferentes, a saber:

- a) caracterización de las siete suspensiones muestra de Ag-NPs, cada una con diferente tamaño y forma de NPs,
- b) seguimiento de la evolución del precursor coloidal durante su iluminación con luz blanca, y
- c) seguir el efecto de exponer una muestra coloidal bien establecida a la luz solar, calor y tratamiento electroquímico, para promover la precipitación de las partículas.

2 | EXPERIMENTOS

Las muestras coloidales de Ag se preparan mediante reducción química. La descripción detallada del proceso se da a conocer en (Sato-Berru et al., 2018, Navarrete et al., 2020). En términos generales, los precursores coloidales se preparan agregando 0.002 a 0.2 ml de citrato de sodio, 0.002 a 0.2 ml de borohidruro de sodio y 0.2 ml de nitrato de plata (en el orden indicado) a 20 ml de agua desionizada. Las soluciones se agitan durante 10 min y luego se colocan bajo luz blanca durante 24 h (dos lámparas de luz blanca combinadas para proporcionar un flujo luminoso de unos 1000 lx). A medida que avanza la fotoagregación, se desarrollan diferentes colores en las muestras; esto se debe principalmente a diferencias en la concentración de las sustancias reductoras.

Las muestras se someten a las siguientes pruebas:

- a. Comparación de la respuesta óptica y electroquímica de los coloides de plata antes y después de la eliminación del oxígeno disuelto de las muestras mediante el burbujeo de gas argón.
- b. Caracterización óptica y electroquímica de los coloides recién preparadas con diferente color y su respuesta óptica tras seis meses de almacenamiento en condiciones de oscuridad.
- c. Evolución de la respuesta óptica y electroquímica de un precursor de coloide de

plata durante la irradiación con luz blanca.

d. Sedimentación de las muestras coloidales mediante la aplicación de electrólisis a granel, luz solar y calor (con fines de remediación ambiental).

A. Mediciones Electroquímicas

La unidad de potenciostato (Bio-Logic SP 150) se conecta a los tres electrodos de una celda estandar de vidrio cilíndrica que contiene la muestra coloidal, como se muestra en el recuadro de la Fig. 1.

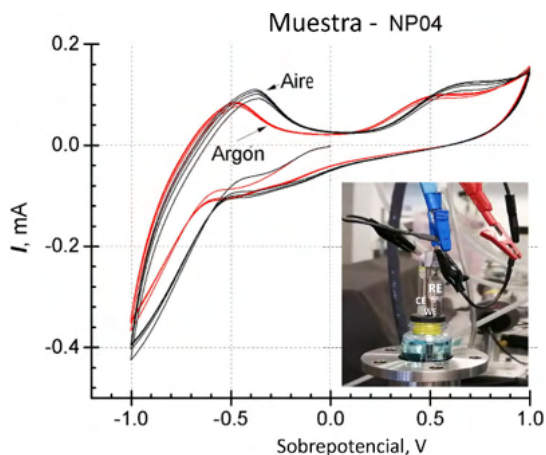


Fig. 1. Voltamograma cíclico de la muestra recién preparada NP04 con y sin burbujeo de gas argón durante 5 minutos a una velocidad de barrido de 100 mV/s. Recuadro: celda de vidrio cilíndrica de tres electrodos.

Como electrodo de trabajo (WE) se utiliza una varilla de acero inoxidable 304 (3 mm de diámetro), el contraelectrodo (CE) es un alambre de platino (Sigma-Aldrich, 0,5 mm de diámetro) y el electrodo de referencia (RE) es de sulfato de mercurio (BAS Inc., RE-2C, $E^0 = 0.65$ V vs NHE) es el electrodo de referencia (RE). Con tal configuración, el potencial eléctrico se aplica entre el WE y el RE, mientras que la corriente de la celda fluye entre el WE y el CE. Antes de la adquisición de cada voltamograma cíclico, se burbujea gas argón en el electrolito durante 5 min. Esto se hace para agotar el electrolito de su gas de oxígeno disuelto. De esta forma, la respuesta electroquímica del oxígeno no aparece en el voltamograma y se retrasa la oxidación del electrodo de acero inoxidable (mejorando así la repetibilidad del ciclo). El potencial eléctrico se barre primero a 100 mV/s en la dirección negativa (-1 V de su valor de circuito abierto, E_{oc}) para promover la reducción de cualquier especie electroactiva que pueda reaccionar en ese rango de potencial. Posteriormente, se invierte en sentido positivo a +2 V para promover la oxidación de especies electroactivas. Se barren como mínimo tres ciclos completos para cada muestra. Con fines comparativos, también se adquieren voltamogramas cíclicos de una solución de nitrato de plata (1×10^{-3}

M). La Figura 1 compara la respuesta electroquímica de la muestra NP04 con y sin burbujeo de gas argón. Como se observa, los ciclos voltamperométricos parecen estar más cerca uno del otro después de que se agotó el oxígeno disuelto del electrolito. Por lo tanto, se adquirieron más voltamogramas en tales condiciones.

B. Mediciones espectroscópicas

La muestra coloidal se vierte en una celda espectroscópica desechable de 3 ml. Se utilizan espectrómetros OceanOptics (HR 2000C) y Thorlabs (CCS200) para capturar los espectros de absorción. La superposición de ambas respuestas permite lograr un ancho de banda espectral de 250 a 1000 nm.

C. Evolución de las respuestas óptica y electroquímica del coloide de plata precursor durante la irradiación con luz blanca

Un precursor de coloide de plata se irradia durante 12 h con luz blanca con una lámpara de 50 W (400-900 nm) (reflector de tungsteno-halógeno, Osram, 780 lx). El espectro de absorción de la muestra y el voltamograma cíclico se adquieren cada hora. El espectro de absorción se captura inmediatamente después de la corrida voltamperométrica.

D. Sedimentación de coloides mediante la aplicación de electrólisis, luz solar y calor

La muestra NP26 se establece en cuatro ciclos de electrólisis a granel subsiguientes (tres veces a +1 V vs. E_{oc} durante 10 min, y el último a -1 V vs. E_{oc} durante 10 min). Posteriormente, la muestra se expone a la luz solar directa durante 30 min. A continuación, se calienta en una placa caliente a 60 °C durante 30 min y finalmente se vuelve a irradiar con luz solar durante 30 min. El espectro de absorción se captura inmediatamente después de cada prueba. El pH de la muestra y la conductividad iónica se miden solo después de cada prueba de electrólisis.

3 | RESULTADOS

A. Caracterización

Las principales características espectroscópicas UV-vis de las muestras se resumen en la Tabla 1. El tamaño de partícula promedio calculado para las muestras NP15 y NP26 son similares debido a la proximidad su pico principal en el espectro de absorción. Dicho pico se utiliza para calcular el tamaño de partícula promedio usando un modelo matemático que considera partículas esféricas [7]. En la práctica, los cúmulos de plata alcanzan diferentes geometrías [18-19], lo que conduce a variaciones en el ancho del pico a la mitad del máximo (FWHM) y a la formación de hombros (ver Tabla 1). Tales características modificar los espectros de emisión y, por lo tanto, dar lugar a diferentes colores observables (ver Fig. 2). La Figura 3 muestra el espectro de absorción del precursor del coloide después de 4 h

de irradiación con luz blanca. La banda plasmónica se observa entre 350 y 450nm (FWHM) con dos picos (375 y 413 nm) y un hombro a 287 nm. El color asociado es amarillo-verde, como se distingue en el recuadro de la Fig. 3. La Fig. 4 muestra el voltamograma cíclico de la muestra NP03, su perfil es similar al de las otras seis muestras. Para potenciales negativos y positivos la corriente aumenta debido a la reducción y oxidación electroquímica del agua, respectivamente. El pico de aproximadamente -0.45 V se debe a la reducción electroquímica de los iones de Ag⁺ absorbidos en la superficie de las Ag-NPs que golpean el electrodo de trabajo.

Muestra	Pico Izq. [nm]	λ_m / FWHM [nm]	Pico Der. [nm]	Tamaño [nm]
NP04	433	589/123	*	192
NP12	410	659/100	*	260
NP15	*	406/106	632	15
NP26	*	407/58	*	15
NP00	*	413/53	630	34
NP32	498	611/60	*	203
NP03	*	566/85	*	170

* no se observó bandas vecinas

Tabla I. Posición de los principales picos de absorción de los coloides y bandas vecinas. El tamaño promedio de partícula se calcula considerando el pico de absorción y forma esférica [7].

Dichos iones deben su origen a la sensibilidad de la superficie de las AgNPs de valencia cero al oxígeno presente durante la preparación del precursor coloidal de Ag (Lok et al., 2007). El pequeño pico de oxidación alrededor de 0.25 V corresponde a la oxidación de los iones Ag⁺ reducidos. Comparativamente, los iones de plata en solución presentan un pico de reducción de alrededor de -0.55 V, como se muestra en el recuadro de la Fig. 4. El desplazamiento del pico de reducción se origina por cambios en el entorno que rodea a los iones Ag⁺ electroactivos. Las energías asociadas a los niveles de electrones de los iones son diferentes cuando están en la solución que cuando están anclados a la superficie de las NPs. Los iones en el último caso (sitios de superficie) son claramente menos estables que mayoría volumétrica de la solución. La Figura 5 presenta los voltamograma de primer escaneo en la región de reducción de las muestras. Tenga en cuenta que el potencial de circuito abierto se resta del potencial en el eje X para fines de comparación. La posición del pico de reducción de los iones de Ag⁺ es distintiva en casi todas las muestras. Tal comportamiento se debe a las variaciones asociadas al tamaño, forma y su entorno. La Fig. 6 traza la ubicación del pico de reducción de iones de Ag⁺ vs su tamaño promedio. El pico de reducción cambia a potenciales más positivos a medida que disminuye el tamaño. Sin embargo, las muestras NP15 y NP26 (las de menor tamaño) quedan fuera de este

comportamiento.

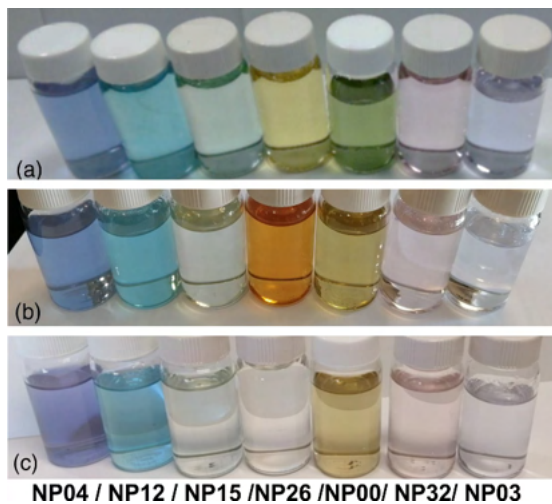


Fig. 2. Imágenes de los coloides de Ag-NPs. (a) Muestras frescas; (b) muestras después de seis meses de almacenamiento en condiciones de oscuridad; (c) muestras después de once meses de almacenamiento en condiciones de oscuridad.

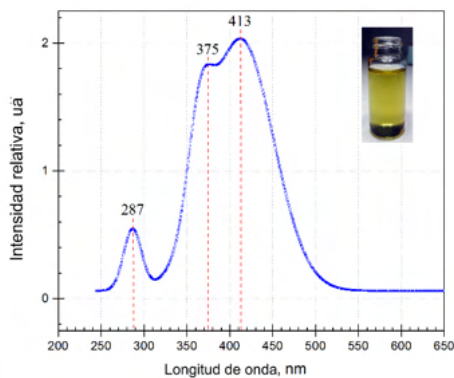


Fig. 3. Espectro de absorción del coloides precursor.

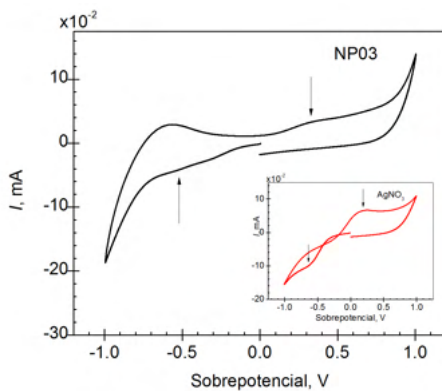


Fig. 4. Voltamograma cíclico de la muestra NP03. Recuadro: voltamograma de la solución de nitrato de plata 1×10^{-3} M.

Esto podría deberse a que la técnica electroquímica carece de sensibilidad en ese intervalo de tamaño de partículas. La relación entre la posición del pico de absorción principal y el tamaño promedio sigue una distribución similar a la que se muestra en la Fig. 6. Esto es de esperar, ya que el tamaño promedio se determina a partir de la posición del pico de absorción principal utilizando un modelo matemático lineal (Krutayakov et al., 2008). En la Fig. 7 se despliegan los espectros de absorción de las siete muestras de los coloides de plata recién preparadas y su evolución durante su confinamiento en condiciones de

oscuridad; véase la Fig. 2. Las diferentes bandas de plasmones generan los colores distintivos que se aprecian en la Fig. 2(a).

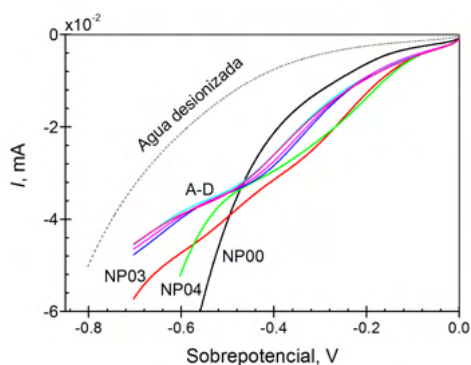


Fig. 5. Región de reducción de los voltamogramas. Se incluye como referencia el comportamiento del agua desionizada. A-D, NP15; NP26; NP32; NP12.

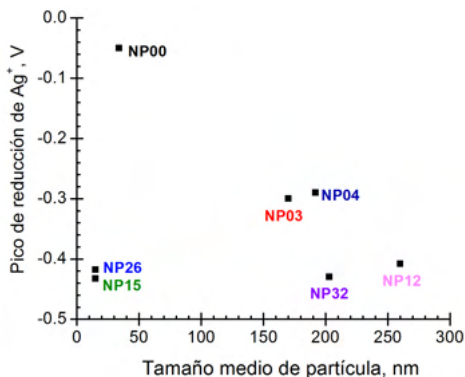


Fig. 6. Tamaño promedio vs la posición del pico de reducción de iones de Ag^+ .

Después de seis meses de almacenamiento en condiciones de oscuridad, NP32, NP26 y NP03 presentan cambios de banda de plasmón; véase la figura 2(b). Los dos primeros colides se distinguen por un cambio de color significativo, mientras que el último no (las nuevas bandas en su espectro de absorción se encuentran en la región infrarroja); véase la Fig. 2. En cualquier caso, no se produce una sedimentación significativa.

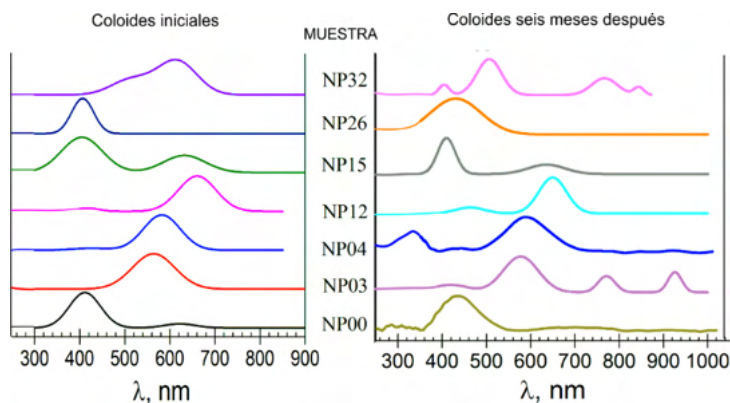


Fig. 7. Comparación entre los espectros de absorción de las muestras frescas y tras seis meses de almacenamiento en condiciones de oscuridad. Cada curva presenta un desplazamiento vertical para mayor claridad. Ver imágenes de la Fig. 2 para comparar la evolución en los colores de muestras.

B. Evolución de la respuesta óptica y electroquímica del precursor coloidal de plata durante la irradiación con luz blanca

La Fig. 8 muestra la evolución en el tiempo (intervalos de 2 h para las primeras 10 h de prueba) del voltamograma del coloide precursor (región de reducción) durante la iluminación con luz blanca. Se observa que la posición del pico de reducción cambia con el tiempo.

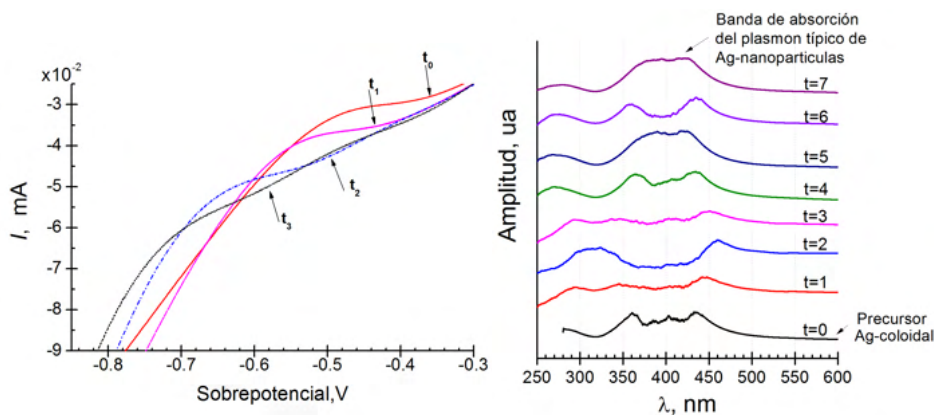


Fig. 8. Evolución en el tiempo del voltamograma cíclico (región de reducción) del coloide precursor durante la irradiación con luz blanca ($t_0 = 4$ h, $t_1 = 6$ h, $t_2 = 8$ h, $t_3 = 10$ h).

Fig. 9. Evolución en el tiempo de la banda de absorción plasmónica del coloide precursor durante las primeras 7 h de irradiación con luz blanca; $t =$ tiempo en horas. Observe la partición e inversión de las bandas de

Tal comportamiento es consistente con los desplazamientos de banda observados en los espectros UV-vis. La Fig. 9 muestra la evolución en el tiempo (intervalos de 1 h para las primeras 7 h) de la banda de absorción plasmónica del coloide precursor durante la iluminación con luz blanca. La banda plasmónica indica la existencia de clusters de Ag-NPs con diferentes tamaños y formas dentro de la misma muestra. El color del precursor parece no cambiar durante el tiempo de irradiación visualmente. Las Ag-NPs modifican continuamente su tamaño y estado superficial ya que absorben la energía de la luz incidente. Como se observa en la Fig. 9 existen desdoblamientos (de $t=5$ a $t=6$) e inversiones (de $t=2$ a $t=5$) de las bandas de absorción. Dichos cambios son de naturaleza “reversible” (al menos dentro del tiempo probado) ya que las bandas del espectro de absorción regresan casi periódicamente a posiciones similares cuando alcanzan un estado metaestable. Después de 7 h bajo radiación (de las 12 aplicadas) los espectros de absorción ya no muestran variaciones significativas.

C. Sedimentación de las muestras coloidales mediante la aplicación de electrólisis, luz solar y calor

En la Fig. 10 se distingue la transformación de los espectros de absorción del coloide precursor después de exponerse a la irradiación solar. Se observa una nueva banda de absorción en la región infrarroja que alcanza un máximo de 765 nm, pero la banda típica centrada en 406 nm todavía está presente (lo que indica que los grupos de plata de tamaño mediano aún permanecen en suspensión). Creemos que el pico a 765 nm se debe a la presencia de cúmulos grandes con forma prismática. Esta banda de absorción también se detecta en la Ref. (Huang et al., 2010) su SPR no cae en el rango visible (la muestra parece translúcida debido a esparcimiento de la luz).

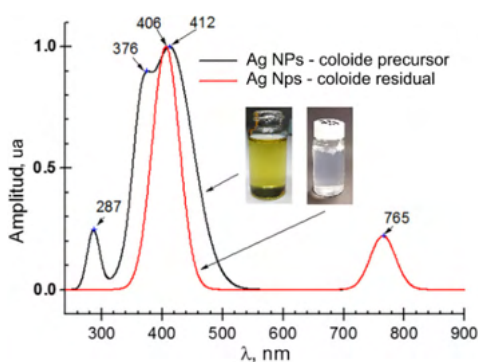


Fig. 10. Cambios en el espectro de absorción entre el coloide precursor y después de situarlo bajo luz solar.

La Fig. 11 muestra la variación de los espectros de absorción de la muestra NP26 durante una serie de pruebas que comienzan con la electrólisis seguida de la irradiación con luz solar (1), el calentamiento mediante placa caliente y la irradiación nuevamente con luz solar. (2) Picos de las bandas, donde la intensidad se reduce casi exponencialmente. La exposición a la luz solar produce los cambios de intensidad más significativos. Incluso cuando el último espectro de absorción de NP26 en la Fig. 11 corresponde a una muestra casi incolora donde se observan cúmulos de tamaño mediano dentro del medio acuoso. Los cúmulos de plata grandes se encuentran como sedimento en el fondo de los frascos. En las Figs. 10 y 11 confirman que las Ag-NPs suspendidas tanto en la muestra NP26 como en el coloide precursor no se precipitaron por completo por la aplicación de luz solar (por lo tanto, queda claro que la remediación no es posible sin aplicar productos químicos o filtros adicionales). Esto plantea un riesgo para el medio ambiente que debe tenerse en cuenta cada vez que se considere la implementación de NPs metálicas en una aplicación particular.

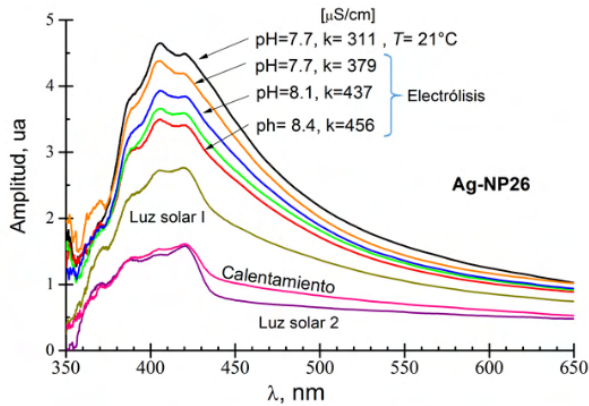


Fig. 11. Cambios en el espectro de absorción del coloide de plata NP26. muestra sometida a pruebas de electrólisis, luz solar y calentamiento.

4 | DISCUSIÓN

Las NP's de metales nobles tienen propiedades ópticas, electrónicas y catalíticas que dependen del tamaño, forma y el entorno circundante. Estas características se indican en su SPR localizado (colores). La caracterización de los coloides ofrece la posibilidad de comprender sus interacciones y cómo se ensamblan. Aunque en el pasado se han estudiado los coloides de colores ajustables, el desafío sigue siendo diseñar y ajustar sus propiedades ópticas. Por lo tanto, nuestra idea es seguir la transformación dinámica del coloide precursor fresco a un estado coloidal metaestable mediante espectroscopia óptica y técnicas electroquímicas, como se muestra en las Figs. 7–9. El voltamograma cíclico útil identifica y caracteriza Ag-NPs en medios acuosos siguiendo su pico de reducción de los iones Ag^+ adsorbidos en la superficie de la partícula. El pico de oxidación de los iones Ag^+ reducidos, también dependen del tamaño de las NPs. Sin embargo, en este último caso, los factores externos, como el estado de la superficie del electrodo de trabajo influir significativamente en la posición del pico. Por lo tanto, el pico de oxidación, en nuestro caso, no pudo utilizarse de forma fiable para caracterizar las muestras. Las pruebas electroquímicas se complementan con medidas del potencial en circuito abierto. Sin embargo, dado que dicho potencial es una función del entorno de las NPs, se debe realizar una calibración adecuada para cada medio. Algunas de las muestras coloidales no muestran una gran estabilidad ya que sufren cambios incluso durante el almacenamiento en condiciones de oscuridad. Lo más probable se deba a las concentraciones específicas de los reactivos utilizados para su preparación. De hecho, los coloides estables se mezcla citrato de sodio alto con un contenido de borohidruro de sodio bajo. En términos de remediación ambiental, esto sugiere la posibilidad de usar químicos particulares para acelerar el crecimiento y la agregación de Ag-NPs para favorecer la sedimentación. Las pruebas de estabilidad muestran que la luz solar, el calor e incluso la electrólisis sedimentan las Ag-NPs en medios

acuosos. La luz solar tiene el efecto mas fuerte de los tres y podría usarse en espacios abiertos. Por otro lado, la electrólisis podría llevarse a cabo en regiones menos accesibles, como el interior de las plantas mediante la inserción de electrodos delgados. En cuanto al coloide precursor encontramos que el crecimiento de las NPs no es continuo en el tiempo. En cambio, las NPs crecen siguiendo un patrón oscilatorio de cierta reversibilidad hasta alcanzar su tamaño final. Este fenómeno se puede aplicar para optimizar el tiempo de producción de las NPs metálicas y también para su remediación.

5 | CONCLUSIONES

Las técnicas estándar de análisis espectroscópico y microscópico son difíciles de implementar para el estudio y la remediación de NPs metálicas, dentro de entornos industriales o directamente en el sitio contaminado. Las técnicas electroquímicas, por otro lado, dependiendo de una instrumentación relativamente simple y compacta, son buenas candidatas para realizar el trabajo. La voltamperometría cíclica se puede aplicar in situ para detectar y caracterizar en términos de tamaño de partícula las Ag-NPs como contaminantes en medios acuosos. La posición del primer pico de reducción en el voltamograma está relacionada con el tamaño de partícula promedio del coloide. Como este último también depende de la posición del pico principal en el espectro de absorción de la muestra, la respuesta electroquímica se acopla a la señal óptica.

Se encuentra que el coloide precursor de plata alcanza la forma coloidal estable a través de fluctuaciones reversibles de su tamaño y estado superficial (al menos durante el período inicial de crecimiento de los núcleos). La división e inversión de las bandas de absorción de la muestra apunta a la necesidad de revisar cuidadosamente los mecanismos propuestos de crecimiento de núcleos fotoinducidos. Las observaciones también son de importancia para el diseño y puesta a punto de las propiedades ópticos los coloides. En términos de remediación ambiental, la electrólisis volumetrica se puede utilizar como complemento a otras fuentes para el tratamiento de las NPs metálicas.

En este trabajo, las siete muestras coloidales seleccionadas y el coloidal precursor muestran una buena resistencia a la sedimentación en condiciones de oscuridad. Sin embargo, la aplicación de luz solar y electrólisis proporcionan un buen grado de desestabilización de los coloides. Desafortunadamente, las pruebas realizadas en el presente trabajo no precipitan completamente las partículas coloidales del medio acuoso. Quedaron NPs finas y cúmulos de tamaño mediano. El primero supone un mayor riesgo medioambiental que el segundo, y este se puede eliminar fácilmente con filtros.

AGRADECIMIENTOS

Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México (IN 101721). Reconocimiento. Agradecemos al Laboratorio GRECCO

y al Lab. de Pruebas No Destructivas ambas em PUNTA-UNAM por el uso de sus equipos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

REFERENCIAS

Abbas, M.; Naeem, N.; Iftikhar, H.; Latif, U. **Synthesis, characterization and antimicrobial properties of silver nanocomposites**, in *Silver Nanoparticles*, K. Maaz, eds. (IntechOpen), Chap. 4, 2018.

Bittar, D.; Catelani, T.; Nigoghossian, K.; da Silva Barud H.; Ribeiro, S. J. L.; Pezza, L.; Redigolo, H. **Optimized synthesis of silver nanoparticles by factorial design with application for the determination of melamine in milk**, *Anal. Lett.* 50, 829–854, 2017.

Bonanni, A.; Pumera, M.; Miyahara, Y. **Influence of gold nanoparticle size (2–50 nm) upon its electrochemical behavior: an electrochemical impedance spectroscopic and voltammetric study**, *Phys. Chem. Chem. Phys.* 13, 4980–4986, 2011.

C.-N.; Ho, C.-M.; Chen, R.; He, Q.-Y.; Yu, W.-Y.; Sun, H.; Tam, P. K.-H.; Chiu, J.-F.; Che, C.-M. **Silver nanoparticles: partial oxidation and antibacterial activities**, *J. Biol. Inorg. Chem.* 12, 527–534, 2007.

Chouhan, N. **Synthesis, characterization and applications. Silver Nanoparticles**, K. Maaz, eds. (IntechOpen,), Chap. 2, 2018.

Giovanni, M.; Pumera, M. **Molybdenum metallic nanoparticle detection via differential pulse voltammetry**, *Electrochem. Commun.* 13, 203–204, 2011.

Gong, H. M.; Zhou, L.; Lu, X. R.; Xiao, S.; Liu, S. D.; Wang, Q. Q. **Illuminating dark plasmons of silver nanoantenna rings to enhance exciton-plasmon interactions**, *Adv. Funct. Mater.* 19, 298–303, 2009.

Gorham, J. M.; MacCuspie, R. I.; Klein, K. L.; Fairbrother, D. H.; Holbrook, R. D. **UV-induced photochemical transformations of citratecapped silver nanoparticle suspensions**, *J. Nanopart. Res.* 14, 1139, 2012.

Huang, T.; Xu, X.-H. N. **Synthesis and characterization of tunable rainbow colored colloidal silver nanoparticles using single nanoparticle plasmonic microscopy and spectroscopy**, *J. Mater. Chem.* 20, 9867–9876, 2010.

Ivanova, O. S.; Zamborini, F. P. **Size-dependent electrochemical oxidation of silver nanoparticles**. *J. Am. Chem. Soc.* 132, 70–72, 2010.

Kreibig, U.; Vollmer M. **Optical Properties of Metal Clusters**, Springer, 1996.

Krut'akov, Y. A.; Kudrinskiy, A. A.; Olenin, A. Y.; Lisichkin, G. V. **Synthesis and properties of silver nanoparticles: advances and prospects**, *Russ. Chem. Rev.* 77, 233–257, 2008.

Maillard, M.; Huang, P.; Brus, L. Silver nanodisk growth by surface plasmon enhanced photoreduction of adsorbed [Ag⁺], *Nano Lett.* 3, 1611–1615, 2003.

Métraus, G. S.; Mirkin, C. A. **Rapid thermal synthesis of silver nanoprisms with chemically tailorable thickness**, *Adv. Mater.* 17, 2–415, 2005.

Navarrete, M.; Mayen-Mondragon, R.; Sato, R.; Mejía, E. V.; Aguirre-Aguirre, D. **Stability analysis of silver nanoparticle suspensions by cyclic voltammetry**, *Applied Optics* 59(13), D104-D109, 2020.

Panda, S. K.; Chakraborti, S.; Basu, R. N. **Size and shape dependences of the colloidal silver nanoparticles on the light sources in photo-mediated citrate reduction technique**, *Bull. Mater. Sci.* 41 (90), 1–7, 2018.

Qing, W.; Wang, Y.; Li, X.; Lu, M.; Liu, X. **Facile synthesis of mPEGluteolin-cytotoxicity to neuroblastoma SK-N-SH cells**, *Colloids Surf. B* 160, 390–394, 2017.

Rees, N. V.; Zhou, Y.-G.; Compton, R. G. **The aggregation of silver nanoparticles in aqueous solution investigated via anodic particle via coulometry**, *Chem. Phys. Chem.* 12, 1645–1647, 2011.

Sato-Berrú, R. Y.; Vázquez-Olmos, A. R.; Mejía-Uriarte E. V.; Meta-Zamora, M. E.; Solís-Gomez, A.; Paraguay-Delgado, P.; Saniger, J. M. **Synthesis of silver colloids with a homemade light source**. *J. Cluster Sci.* 29, 719–725, 2018.

Tang, B.; Sun L.; Li, J.; Zhang, M.; Wang, X. **Sunlight-driven synthesis of anisotropic silver nanoparticles**, *Chem. Eng. J.* 260, 99–106, 2015.

Tang, L.; Li X.; Cammarata, R. C.; Friesen, C.; Sieradzki, K. **Electrochemical stability of elemental metal nanoparticles**, *J. Am. Chem. Soc.* 132, 11722–11726, 2010.

CRESCIMENTO URBANO NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS): UM ESTUDO DE CASO DA MARGEM DO RIO ITACAIÚNAS NO NÚCLEO CIDADE NOVA, MARABÁ-PARÁ

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 22/08/2022

Ana Carolina Seabra de Vilhena Linhares

Universidade do Estado do Pará (UEPA),
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Marabá- Pará
<http://lattes.cnpq.br/7516267408947114>

Priscylla Assis Carvalho

Universidade do Estado do Pará (UEPA),
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Marabá- Pará
<http://lattes.cnpq.br/9820337546662096>

Jakeline Oliveira Evangelista

Universidade do Estado do Pará (UEPA),
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
<http://lattes.cnpq.br/9933967018515693>

André dos Santos Araújo

Universidade do Estado do Pará (UEPA),
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Marabá- Pará
<http://lattes.cnpq.br/7042864419320037>

Glauber Epifanio Loureiro

Universidade do Estado do Pará (UEPA),
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Marabá- Pará
<http://lattes.cnpq.br/2678297764211806>

RESUMO: Uma das grandes problemáticas ambientais e sociais das cidades brasileiras é o crescimento desordenado sem nenhum tipo de planejamento de uso e ocupação do solo.

Em virtude disso, o presente artigo tem como objetivo avaliar o crescimento urbano nas áreas de preservação permanente no Núcleo Cidade Nova, na cidade de Marabá-PA, na qual foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento para classificação supervisionada no Núcleo Cidade Nova e para os Bairros, com a finalidade de obter dados quali-quantitativos das margens do rio Itacaiúnas, com dimensões previstas no novo Código Florestal Brasileiro, produzindo mapas temáticos para avaliação. Foram identificados avanço populacional acelerado em APP's, apresentando no Núcleo Cidade Nova um acréscimo de 28,23% de urbanização do ano de 1990 a 2015 e o bairro Bela Vista em destaque com percentual de 66%. Conclui-se como principal medida mitigadora, a inserção de políticas públicas efetiva sobre o uso e ocupação do solo, bem como a revisão do Plano Diretor Participativo de Marabá.

PALAVRAS-CHAVE: Área de Preservação Permanente; Geoprocessamento; Crescimento urbano.

URBAN GROWTH IN PERMANENT PRESERVATION AREAS (APPS): A CASE STUDY OF THE ITACAIÚNAS RIVERSIDE IN THE CIDADE NOVA NUCLEUS, MARABÁ-PARÁ

ABSTRACT: One of the great environmental and social problems of Brazilian cities is the disorderly growth without any kind of land use and land use planning. As a result, this article aims to evaluate urban growth in the permanent preservation areas in the Cidade Nova Nucleus, in the city of Marabá-PA, in which geoprocessing

tools were used for supervised classification in the Cidade Nova Nucleus and for the Districts, With the purpose of obtaining qualitative and quantitative data of the Itacaiúnas river banks, with dimensions foreseen in the new Brazilian Forest Code, producing thematic maps for evaluation. Accelerated population growth in APPs was identified, with an increase of 28.23% in urbanization from 1990 to 2015 and the Bela Vista neighborhood with a 66% increase. The main mitigating measure is the inclusion of effective public policies on land use and occupation, as well as the review of the Participatory Master Plan of Marabá.

KEYWORDS: Permanent Preservation Area; Geoprocessing; Urban growth.

1 | INTRODUÇÃO

Os ciclos econômicos foram responsáveis pela grande migração de trabalhadores de outras regiões do país, em busca de uma melhoria de vida, vários nordestinos mudouse para Marabá gerando um grande inchaço populacional, o que acarretou uma alta taxa de moradias irregulares e sem infraestrutura necessária para habitação deixando a área suscetível a processos naturais como enchentes.

O uso inadequado do solo advindo das ações antrópicas, é uma problemática que perpassa a maioria das cidades do País. No qual as ocupações irregulares são as principais causas desse distúrbio, que geram muitas das vezes o desflorestamento de Áreas de Preservação Permanentes (APP). A retirada das áreas de APP para construção de moradias ocasiona vários problemas, desde o assoreamento do solo e deposição de sedimentos no rio até ocorrências de inundações que geram diversos impactos ambientais.

As questões ambientais têm representado no atual cenário das discussões políticas, econômicas e sociais como algo urgente de serem analisadas e regulamentadas, tendo em vista, a constante degradação do meio natural com consequências diretas na qualidade de vida das sociedades (BILAC; ALVES, 2014).

Para Marabá (2006) que institui o Plano Diretor Participativo de Marabá, o mesmo embasa sobre o uso e ocupação do solo do município de marabá bem como estipula a proteção das áreas verdes às margens dos rios entre outras disposições de proteção ambiental.

A cidade de Marabá localiza-se às margens de dois grandes rios Tocantins e Itacaiúnas, caracterizando-se uma imensa área de risco, relacionada à ocupação antrópica irregular em terrenos naturalmente sujeitos a alagamentos sazonais, provocados por aumento pluviométrico nas cabeceiras dos rios.

Este artigo foi elaborado com o objetivo de avaliar crescimento urbano em área de preservação permanente à margem do rio Itacaiúnas. Diante do contexto histórico da cidade de Marabá no que diz respeito à problemática socioambiental, é de extrema importância que se faça um diagnóstico para verificação do adensamento populacional em direção da margem do rio.

2 | METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos utilizados para analisar o crescimento urbano em áreas de preservação permanente consistiram na quali-quantificação dessas áreas através de técnica de geoprocessamento e interpretação dos mapas temáticos elaborados. A figura 01 ilustra a aplicação da metodologia executada.



Figura 1: Fluxograma do Método

Fonte: Autores, 2016.

Para a elaboração desse artigo, a técnica de pesquisa utilizada foi à pesquisa exploratória, a mesma proporciona maior familiaridade com o problema (explicitá-lo). Pode envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Geralmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso (GIL, 2008).

Segundo Mattar (2005, p. 159), dados primários são aqueles que ainda não foram antes coletados. Eles são pesquisados com o objetivo de atender às necessidades específicas da pesquisa em andamento. Em vista disso, foram realizadas visitas em campo na qual foi observado o desenho urbano do Núcleo Cidade Nova, foram adquiridos também relatórios fotográficos do bairro que apresentou maior percentual de urbanização a margem do rio efetuando assim a divisão dos bairros em 7, e a área da bacia hidrográfica para o estudo de 6 km². Conforme a (Figura 02).

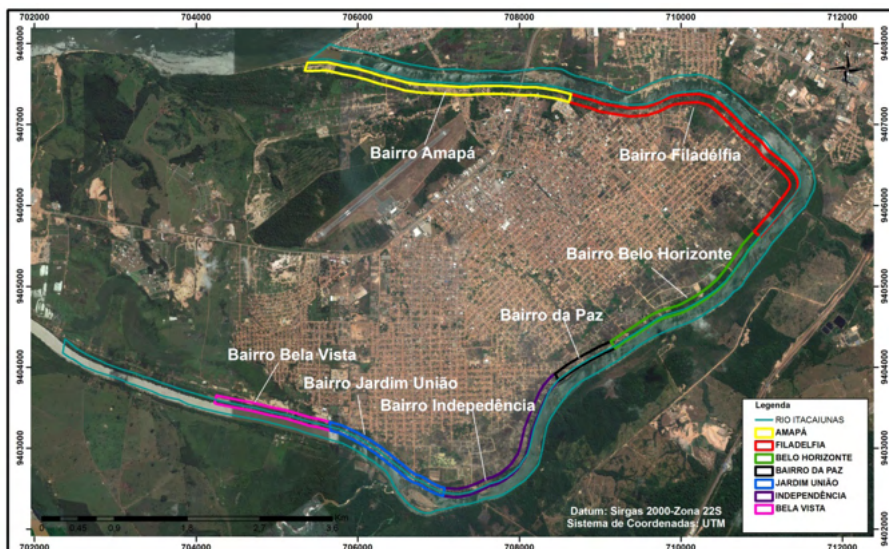


Figura 02: Mapa de Localização da Área de Estudo.

Fonte: Autores, 2016.

Para aplicação da ferramenta de geoprocessamento, inicialmente foram adquiridas as imagens de Satélite Landsat TM 5 e 8, órbita/ponto 223/64 no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE. As imagens correspondem aos anos de 1990, 1995, 2000, 2005 e 2015.

Na divisão das etapas do geoprocessamento primeiramente foi efetuado o pré-tratamento de imagens de satélite, etapa que corresponde à realização da correção geométrica, ou seja, a retificação da imagem devido à existência de distorções sistemáticas introduzidas durante a aquisição das mesmas.

A Classificação Supervisionada permitiu obter dados quantitativos da APP, Rio e Urbanização, sendo estas as 3 classes estudadas para o Núcleo. E para os bairros, 2 classes: APP e Urbanização. A área de estudo nas APP's à margem do Rio Itacaiúnas está de acordo com o que estabelece em (BRASIL, 2012).

A etapa anterior proporcionou a confecção cartográfica, na qual obtivemos os mapas temáticos de localização, solo e hidrografia bem como análise de outras categorias para caracterização da área de estudo. Para elaboração dos mapas foi utilizada a ferramenta SIG (ESRI, 2015).

Para avaliação multitemporal do Núcleo Cidade Nova foi realizada a verificação do percentual de cada classe estudada dos anos de 1990 a 2015, em um intervalo de 5 anos, para uma melhor diagnose do Núcleo em sua totalidade. Para os bairros, a avaliação foi dada no ano de 2015 para verificar da real situação nos dias atuais do comportamento dessas áreas no que diz respeito às APP's e quantificar as classes elencadas.

Logo após a avaliação para o Núcleo e Bairros a partir dos mapas cartográficos realizados, os dados foram correlacionados com Marabá (2006) e Brasil (2012) a fim de que as informações obtidas em campo possam ser analisadas, bem como apontar as fragilidades ocasionadas pela ocupação desordenada nas APP's e propor medidas mitigadoras para tal distúrbio.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização da Área de Estudo

Na área urbana, nos núcleos da Marabá Pioneira, Cidade Nova e Nova Marabá, caracteriza-se o tipo podzólico vermelho (GEO, 2009). O tipo de solo tem influência direta com os impactos gerados pela ocupação irregular em áreas de APP, pois quanto mais arenoso for o mesmo mais susceptível será a processos de erosão, em contrapartida os solos argilosos são predominantemente causadores das inundações pelo baixo poder de infiltração.

A textura do solo é um fator importante que influencia a erodibilidade, por afetar os processos de desagregação e transporte, uma vez que, enquanto grandes partículas de areia resistem ao transporte, solos argilosos também resistem à desagregação, sendo a areia fina e o silte as texturas mais susceptíveis a erosão (DYONISIO, 2010).

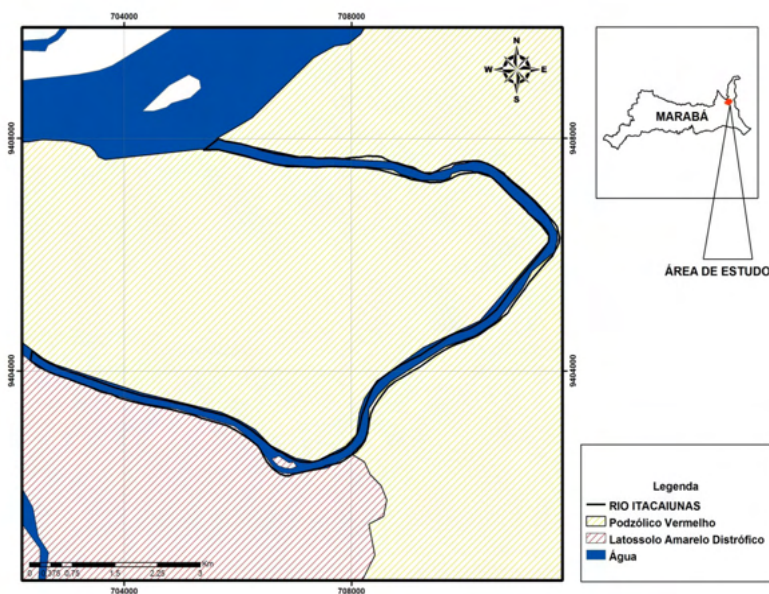


Figura 03: Mapa de Solos.

Fonte: Autores, 2016.

O fato do núcleo está circundado pelo rio Itacaiúnas, faz com que sua área de expansão seja bastante restrita (figura 04) tal situação tem influência direta com a probabilidade de enchentes, pois à medida que a urbanização avança em direção a margem do rio maior será os riscos de enchentes.

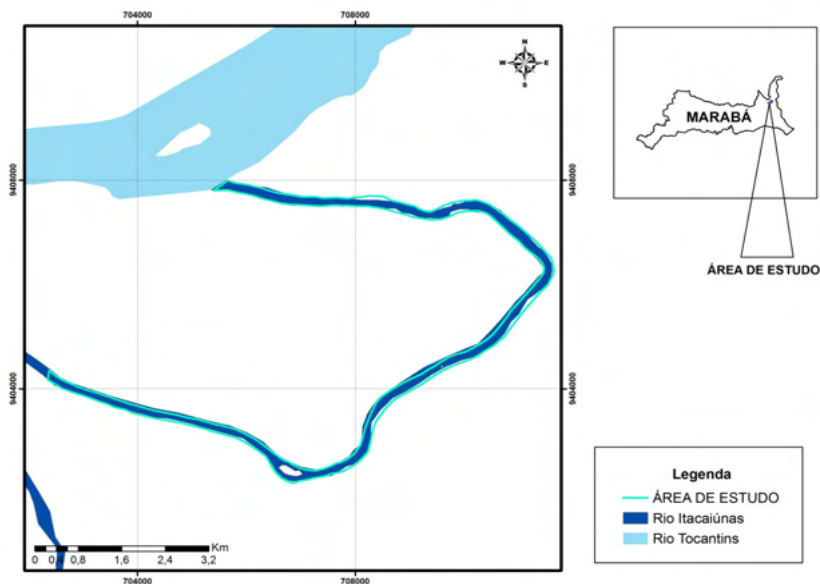


Figura 04: Mapa Hidrográfico.

Fonte: Autores, 2016.

A retirada das APP's facilita o arraste de sedimentos advindo de águas pluviais para o Rio, ocasionando enchentes em ocupações em torno. A falta da vegetação ciliar deixa o solo desnudo e quando ocorre elevadas precipitações o mesmo não consegue reter a água totalmente, fato este acentua os problemas de enchentes.

O crescimento urbano em áreas de APP ocasiona problemas de ordem ambiental tais como, assoreamento do rio provocado pela retirada da cobertura vegetal, e compactação do solo acelerando o processo de carreamento de partículas pelas águas pluviais (BILAC; ALVES, 2014).

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 1992) os dados pluviométricos para a cidade de Marabá no ano de 1990 foram de 1600 mm, já para o ano de 2015 a média anual foi de 1200 mm. Apesar de uma diminuição ao longo dos anos o índice pluviométrico da cidade de Marabá ainda é considerado alto, o que pode implicar o aumento de riscos de enchentes (INMET, 1992).

Diante disso pode-se constatar que o tipo de clima de Marabá influencia de maneira

direta nas possíveis enchentes, pois o período chuvoso entre os meses de setembro e março fazem com que a quantidade de água do rio Itacaiúnas eleve deixando as áreas do núcleo susceptíveis a enchentes, principalmente aquelas que estão nas zonas de riscos.

Diante de uma avaliação multitemporal de imagens de satélite para o Núcleo Cidade Nova nos anos de estudo já mencionados proporcionaram resultados quali-quantitativos que serão expostos abaixo. Para os anos de 1990 e 1995 tem-se um decréscimo no que tange a APP e o Rio de 2,08% e 1,57% respectivamente, no que diz respeito à urbanização nesse período um aumento de 3,65%, conforme indica a figura 05.

Em relação à APP e ao recurso hídrico houve uma variação e diminuição das variáveis referentes aos dois anos analisados, este fato pode ser explicado devido à relação direta entre extensão do rio e área de preservação permanente, pois quanto menores forem as APP's menor será o volume do rio, deixando exposto a intempéries da natureza, bem como ação antrópica.

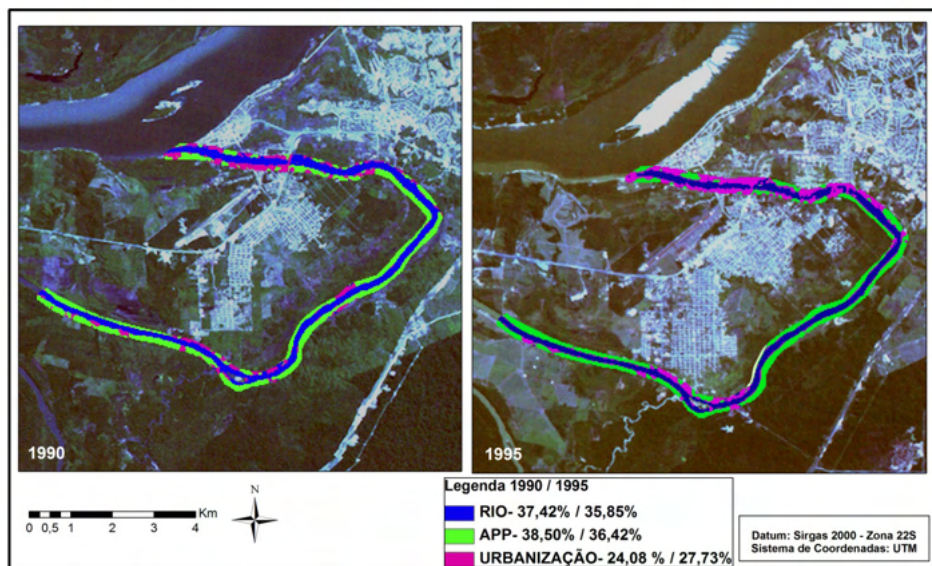


Figura 05: Análise Temporal de Imagens de Satélite Landsat 1990 e 1995.

Fonte: Autores, 2016.

Quanto aos valores do crescimento urbano para o ano de 1990 é justificado devido nesse período ocorreram grandes migrações da população do núcleo Marabá Pioneira para a Cidade Nova devido às cheias do Rio Tocantins. Com o passar dos anos verificamos que o percentual aumentou, tendo em 1995 maiores valores, sendo estes explicados devidos o aumento da população decorrente as instalações de várias siderúrgicas na cidade de Marabá que atraíram vários trabalhadores para região.

Segundo Almeida (2008) nos últimos anos, a partir de 1995, a cidade de Marabá evoluiu em função dessas influências e impactos gerados pelas políticas públicas implantados nos últimos 30 anos, sobretudo em relação ao Projeto Grande Carajás (PGC). Para os anos de 2000 e 2005 houve um decréscimo no Rio de 2,02% e 13,11% em relação a APP, e um acréscimo de 11,11% para urbanização.

Os resultados encontrados nos anos de 2000 e 2005 aumentaram em relação ao crescimento urbano fato de que Marabá ainda continuar sendo um grande polo industrial nesses anos o que faz com que as ocupações irregulares, denominadas apropriação, continuem a crescer em direção à margem do rio Itacaiúnas.

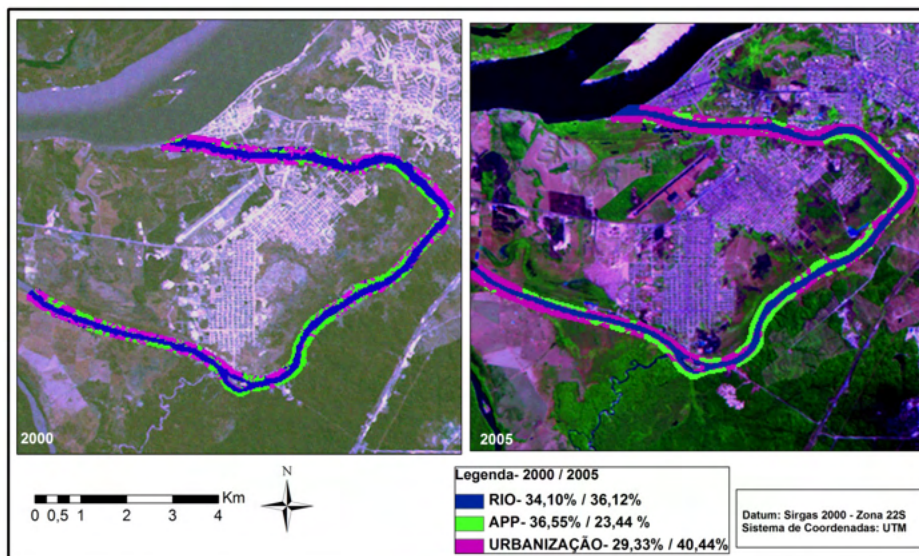


Figura 06: Análise Temporal de Imagens de Satélite Landsat 2000 e 2005.

Fonte: Autores, 2016

No que diz respeito às análises percentuais para Rio e APP, continuam a decrescer devido ao grande fluxo populacional em tornos dessas áreas, ocorrendo inúmeras supressões irregulares da vegetação bem como a instalação de moradias em torno. Em relação aos anos de 2010 e 2015 houve o decréscimo de 4,72% para o Rio e 3,50 % para APP fato justificado pela crescente urbanização em direção a essas áreas, tendo um aumento de 8,18% da mancha urbana em relação ao ano de 2010.

Em 2010 o aumento populacional a margem do rio Itacaiúnas é explicado pela proposta de implantação da siderúrgica Aços Laminados do Pará (ALPA), tendo em vista uma melhoria de vida e em busca de um melhor emprego, várias pessoas mudaram-se para Marabá, entretanto como a instalação da indústria não passou de especulações os imigrantes ficaram sem perspectivas e tiveram que aderir às ocupações, aumentando assim

a urbanização nas áreas de APPs, havendo a diminuição das mesmas e do leito do rio.

Já no ano de 2015 os dados permaneceram com aumento em relação ao crescimento urbano e decrescendo no que tange as áreas de preservação permanente e Rio. Nesse período o que justifica a crescente urbanização à margem do rio Itacaiúnas são também propostas de desenvolvimento e geração de empregos, apesar de Marabá não ter implantado a ALPA, há rumores da construção da hidroelétrica de Marabá.

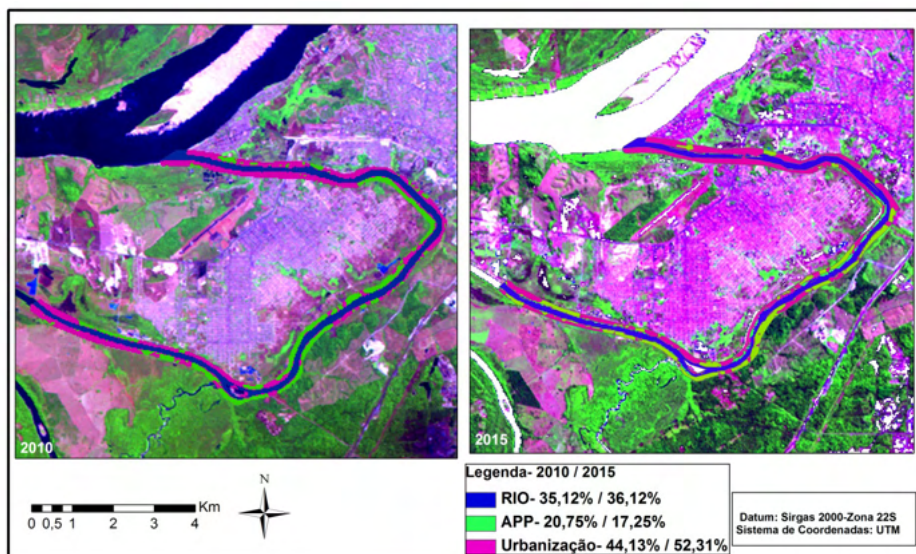


Figura 07: Análise Temporal de Imagens de Satélite Landsat 2010 e 2015.

Fonte: Autores, 2016

Diante da análise de todos os dados percentuais é possível avaliar o quanto avançou a urbanização em direção à margem do Rio, tendo um aumento considerável de 28,23 % dos anos de 1990 a 2015. Tal fato justifica a diminuição das outras duas variáveis estudadas (APP, Rio), pois o mesmo está diretamente relacionado à redução dessas áreas. Uma vez que analisada a margem do rio Itacaiúnas do Núcleo Cidade Nova em sua totalidade, verificamos o quanto esse inchaço populacional gerou problemas, tanto sociais, como econômicos e ambientais. A análise espacial para os 7 bairros gerou quantitativos percentuais de cada classe estudada em relação ao ano de 2015, obtendo os resultados abaixo exposto.

No bairro Amapá, no qual este foi o primeiro a ser habitado no núcleo após enchentes na Marabá Pioneira, que foram responsáveis por essa ocupação. Em relação à área e as classes analisadas visualizamos quanto à margem do rio foi ocupada, com o passar do tempo essa área não cresceu tanto em termos percentuais a margem do rio devido já estarem alocadas desde então nas áreas de APP's e não ter zona de expansão.

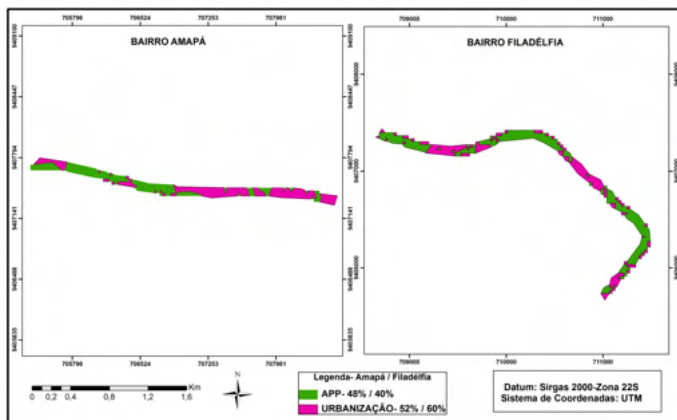


Figura 08: Classificação Supervisionada Amapá e Filadélfia.

Fonte: Autores, 2016.

Em contrapartida, tem-se o bairro Filadélfia, tendo valor de urbanização elevado, com uma diferença de 7,68% em relação ao bairro Amapá. O referido bairro é considerado uma área de expansão e não está inserido no Plano Diretor Participativo do município de Marabá, por ser considerado uma ocupação o bairro cresce de maneira desordenada não respeitando os limites impostos pela legislação e afetando assim a margem do rio. Dando continuidade à análise, têm-se os bairros Belo Horizonte e Bairro da Paz, representados na figura 09.

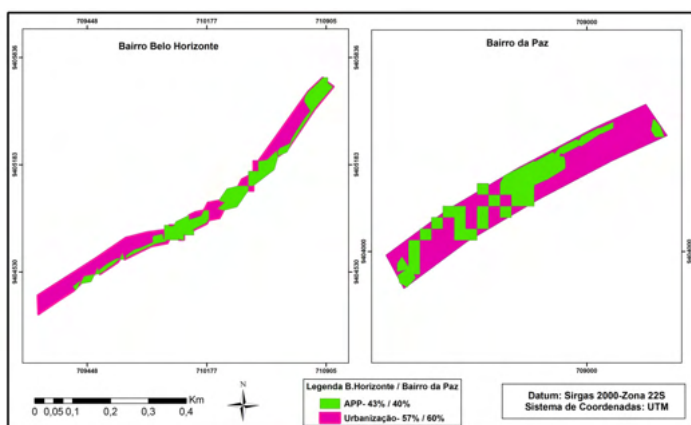


Figura 09: Classificação Supervisionada Belo Horizonte e Bairro da Paz

Fonte: Autores, 2016.

No que diz respeito aos bairros Belo Horizonte e da Paz, os percentuais de APP e urbanização são bastante aproximados, como pode-se observar os dois bairros apresentam

praticamente os mesmos percentuais das variáveis analisadas, porém com uma diferença de percentual de urbanização de 3,94% maior para o bairro da Paz.

Os bairros em questão abrangem uma boa parte da margem do rio onde tais áreas são predominantemente residenciais e as mesmas são feitas praticamente em toda margem onde os bairros perpassam. Para os bairros Independência, Jardim União e Bela Vista, tem-se os valores e análises discutidas e evidenciadas na (Figura 10).

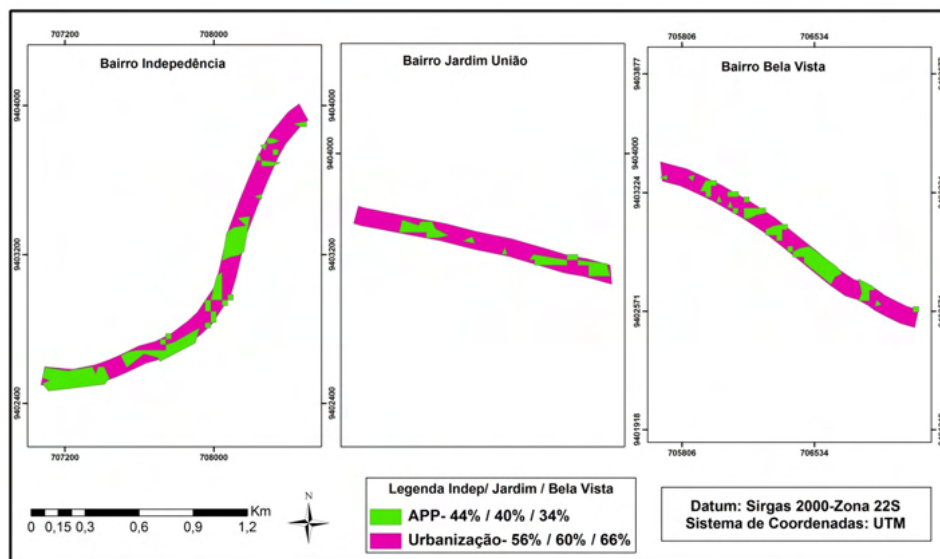


Figura 10: Classificação Supervisionada Independência, Jardim União e Bela Vista.

Fonte: Autores, 2016.

O bairro Independência possui uma área de urbanização maior que a área de APP isso se justifica pelo fato da existência de balneários e restaurantes a margem do rio Itacaiúnas além das moradias, havendo também alguns ribeirinhos que utilizam a atividade da pesca para subsistência.

O bairro Jardim União apresenta praticamente os mesmos percentuais que a Independência, entretanto tem um aumento de 4,22% em relação ao bairro Independência, apesar de ser considerado um bairro relativamente novo, de pequena área comparado com os demais, o mesmo apresenta um percentual de urbanização elevado, isso se justifica pelo fato de que a parte do bairro que se encontra a margem do rio está urbanizada.

E por último tem-se o bairro Bela Vista que é considerado uma área de expansão proveniente do bairro Liberdade no qual apresentou o maior percentual de urbanização a margem do rio Itacaiúnas, tendo uma diferença de 6,34% em relação ao bairro jardim União, atingindo bem mais que a metade da área. Por ser caracterizado como ocupação desordenada e ser utilizada como um pequeno porto para os pescadores que habitam o

bairro, a urbanização a margem do rio é tão acentuada.

Diante disso a avaliação dos pontos para verificação do adensamento populacional às margens do Rio Itacaiúnas no núcleo Cidade Nova apresentou divergência em relação ao que dispõe o plano diretor do município, tal disparidade é incidente em todas as áreas analisadas no que diz respeito à proximidade das mesmas junto à margem do rio. Sendo assim alguns bairros estão inseridos na zona de expansão, por se tratarem de ocupações, porém as mesmas estão situadas em localidades consideradas de risco por estarem dentro das áreas de APPs.

Para a mitigação dessas ocupações irregulares é de extrema importância a iniciativa de políticas públicas eficazes para o monitoramento dessas áreas, necessitando também que o plano diretor seja revisado e fiscalizado e que todo uso e ocupação do solo do município esteja em consonância com o mesmo. Levando em consideração um corpo técnico capacitado na qual realize monitoramento constante, tanto para preservação dessas áreas quanto para a integridade humana, visto que muitas moradias estão em locais de risco.

4 | CONCLUSÃO

A problemática do crescimento urbano desordenado vem sendo um dos principais problemas nas cidades brasileiras, a cidade de Marabá não difere dessa realidade. O núcleo Cidade Nova apresenta limitações física à expansão urbana, devido aos recursos naturais. Em virtude disso o artigo realizado constatou-se através das ferramentas de geoprocessamento as irregularidades no que diz respeito a uso e ocupação do solo no núcleo Cidade Nova no município de Marabá-PA.

Entre 1990 a 2015 houve um acréscimo de urbanização no Núcleo Cidade Nova em 27,56%, tal percentual de urbanização à margem do rio Itacaiúnas e o bairro Bela Vista no qual apresentou maior percentual de urbanização atingindo 66% de crescimento populacional a margem do rio Itacaiúnas, caracterizado como área de expansão proveniente de bairro Liberdade, na qual não está inserido no plano diretor no município.

As propostas de medidas mitigadoras para tal crescimento desordenado são a revisão do plano diretor participativo do município e a fiscalização por parte do poder público. Tais medidas são fundamentais para recuperação de áreas degradadas pela urbanização e remanejamento da população das áreas de riscos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, José Jonas. **A cidade de Marabá sob o impacto dos projetos governamentais**. 2008. 273 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de História Economia, Faculdade de Filosofia, letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Cap. 34. Disponível em: < www.teses.usp.br/.../DISSERTACAO_JOSE_JONAS_ALMEIDA.pdf. Acesso em: 14 mar. 2016.

BILAC; R.P.R; ALVES. A.M. **crecimiento urbano nas áreas de preservação permanente (apps): um estudo de caso do leito do rio Apodi/Mossoró na zona urbana de Pau dos Ferros-RN**. GeoTemas, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v.4, n.2, p.79-95, jul./dez., 2014. Disponível em :<<http://periodicos.uern.br/index.php/geotemas/article/download/1261/716>> Acesso em 15 de Out.2016.

AVA- **Relatório de Avaliação de Vulnerabilidade Ambiental: Projeto AVA Marabá**, Geo cidades. Marabá, 2006.

BRASIL. Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção de vegetação nativa e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 mai.2012.Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 13 de mar. 2016.

DIONISYIO, H. A. F. **Erosão Hídrica: susceptibilidade solo**. Revista Eletrônica Thesis, São Paulo, ano VII, n 13, p. 15-25, 1º semestre, 2010. Disponível em:< http://www.cantareira.br/thesis2/ed_13/2_hidrica.pdf> Acesso em: 23 de Out. 2016.

ESRI, Environmental Systems Research Institute. Inc.**ArcGIS Professional GIS for the desktop**. Versão 10.1. Software, 2012.

GEO Marabá: **Perspectivas para o meio ambiente urbano, Marabá, 2009**. Disponível em:< <http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/geo-maraba-perspectivas-para-o-meio-ambiente-urbano.pdf>> Acesso em: 23 de Out. 2016.

SOBRE EL ORGANIZADOR

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA - Técnico en Química por el Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Licenciado en Química por la Universidad Federal de Uberlândia (2010), Licenciado en Química por la Universidad de Uberaba (2011), en Ciencias Biológicas (2021) y en Física (2022) por la Facultad Única. Especialista en Metodología de la Enseñanza de Química y en Enseñanza de la Enseñanza Superior en la Faculdade JK Serrana de Brasília (2012), especialista en Enseñanza de Ciencias y Matemáticas en el Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), especialista en Ciencias Naturales y del Mercado de Trabajo (2021) de la Universidad Federal de Piauí (UFPI). Maestría en Química por la Universidad Federal de Uberlândia (2015), con énfasis en el desarrollo de un bioadsorbente para la remoción de iones As(V), Sb (III) y Se (IV) en diferentes matrices acuáticas. Doctorado en Química por la Universidade Federal de Uberlândia (2018), con énfasis en Procesos Oxidativos Avanzados [fotocatálisis heterogénea (TiO_2 /UV-A y TiO_2 / Solar, H_2O_2 / UV-C) para la remoción de contaminantes de interés emergente (CIE) en diferentes matrices acuáticas. Realizó la primera pasantía de Post-Doctorado (de mayo de 2019 a junio de 2021) en la Universidad Federal de Uberlândia con énfasis en la aplicación de nuevos agentes oxidantes usando radiación solar para remover Contaminantes de Preocupación Emergente (CPE) en efluentes de una planta de tratamiento de alcantarillado. Actualmente se encuentra realizando su segunda Práctica Posdoctoral (julio 2021 - actual) en la UFU en la misma línea de investigación. Tiene 11 años de experiencia como técnico en química en el Instituto Federal de Goiás, habiendo sido responsable del análisis de parámetros físico-químicos y biológicos de agua y efluentes de una planta de tratamiento de aguas residuales. Actualmente, viene trabajando en las siguientes líneas de investigación: (i) Desarrollo de nuevas metodologías para el tratamiento y recuperación de residuos químicos generados en laboratorios de instituciones de enseñanza e investigación; (ii) estudios de seguimiento de la CPE; (iii) Desarrollo de nuevas tecnologías avanzadas para la remoción de CPE en diferentes matrices acuáticas; (iv) Aplicación de procesos oxidativos avanzados (H_2O_2 /UV C, TiO_2 /UV-A y foto-Fenton y otros) para eliminar CPE en efluentes de una planta de tratamiento de aguas residuales para su reutilización; (v) Estudio y desarrollo de nuevos bioadsorbentes para la remediación ambiental de CPE en diferentes matrices acuáticas; (vi) Educación Ambiental y; (vii) la alfabetización científica y los procesos de alfabetización en el área de Ciencias Naturales, especialmente biología y química.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Ações antrópicas 56
- Aços Laminados do Pará (ALPA) 62
- Actividad catalítica 41, 43
- Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) 33, 34
- Álgebra 1, 2, 3, 28, 29
- Algoritmo 11, 16, 18, 19, 20, 21, 22
- Aprendizaje 12, 16, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 31
- Árbol 11, 16, 18, 19, 20, 21, 22
- Área de Preservação Permanente (APP's) 55, 56, 61
- Aritmética 1, 2
- Autorregulación 25, 26, 27, 28, 29

B

- Big Data 11, 12, 14, 16, 17, 23, 24

C

- Coloide 40, 42, 43, 45, 47, 49, 50, 51, 52

D

- Data Science 11

E

- Educación escolar 27, 32
- Electroquímica 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 52
- Equações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
- Erodibilidade 59
- Espectroscopia UV-vis-IR 40
- Estudiantes 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

G

- Geoprocessamento 38, 55, 57, 58, 66
- Guatemala 11, 12, 16, 17, 22, 24

H

- Herramientas estadísticas 14

I

Impactos ambientales 56

Industria 4.0 11, 12

Irradiación 40, 44, 45, 46, 49, 50

L

Lluvia 12, 17, 18

Luz solar 40, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52

M

Machine Learning (ML) 11, 12, 22, 23, 24

Microprocesadores 12

Modelo de Zimmerman 25, 29

Modelo pedagógico 1

N

Nanopartículas (NPs) 40, 41

Nubosidad 13

O

Ortomosaico 33, 35, 39

P

Plano diretor 55, 56, 64, 66

Potencial eléctrico 44

Potenciostato 44

Presión atmosférica 17

R

Radiación 13, 22, 42, 49, 68

Resonancia del Plasmon Superficial (SPR) 40

Respuesta electroquímica 40, 43, 44, 45, 52

Revolución industrial 12

S

Software 14, 67

T

Temperatura 12, 17, 18, 19, 20, 22, 42

V

Variables meteorológicas 11, 14, 21

Velocidad del viento 12

Voltamograma 40, 44, 45, 46, 47, 49, 51, 52

Voltamperometría cíclica 40, 43, 52

CIENCIAS EXACTAS

Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción

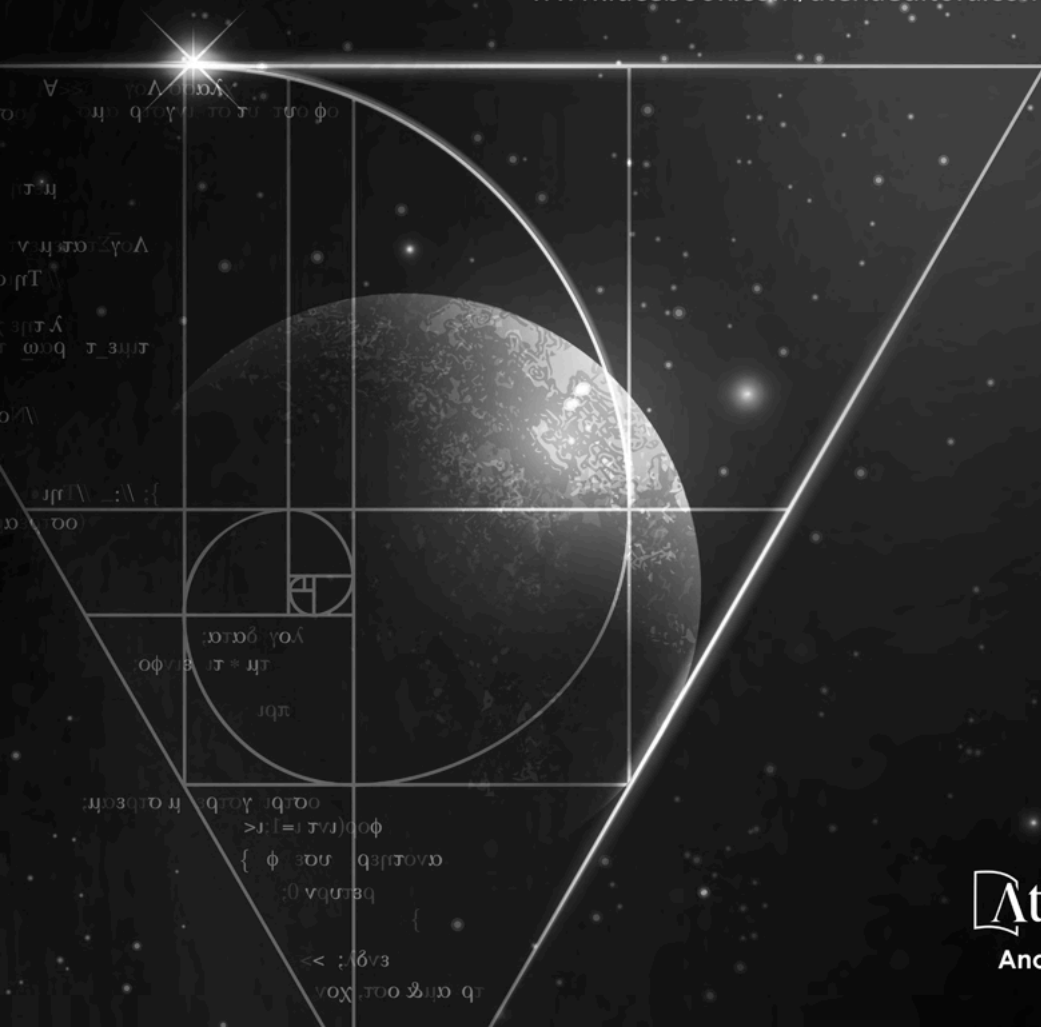
4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



CIENCIAS EXACTAS

Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

