

Ciência, Tecnologia e Inovação:

Experiências, Desafios e Perspectivas 3

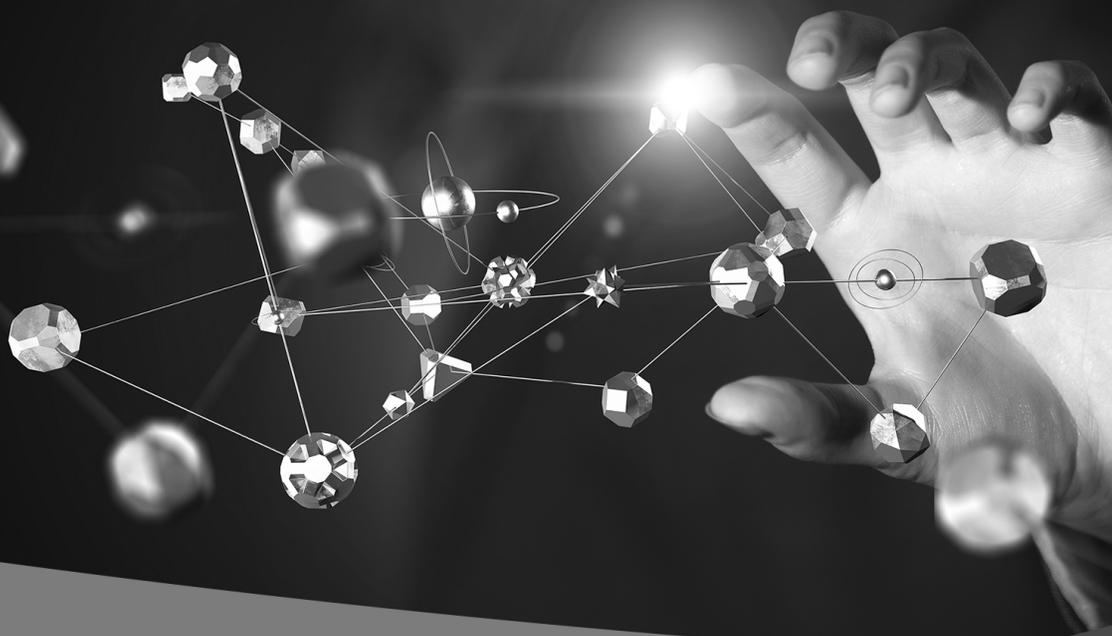


Ernane Rosa Martins
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2023

Ciência, Tecnologia e Inovação:

Experiências, Desafios e Perspectivas 3



Ernane Rosa Martins
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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 Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
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
Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C569	<p>Ciência, tecnologia e inovação experiências, desafios e perspectivas 3 / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1153-6 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.536230504</p> <p>1. Tecnologia. 2. Ciência. 3. Inovação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 601</p>
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

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.

Este livro, se propõe a permitir que seus leitores venham a conhecer melhor o panorama atual do desenvolvimento tecnológico, da ciência e da inovação. Apresentando estudos relevantes Apresentando análises extremamente relevantes sobre questões atuais que são aplicados em diversas áreas do conhecimento, proporcionando a resolução de diferentes problemas da sociedade, por meio de seus capítulos.

Sendo assim, este livro aborda diversos assuntos importantes para profissionais e estudantes, tais como: verificar a utilização da espectrofotometria na região do UV-VIS juntamente com métodos quimiométricos para analisar a possibilidade de obtermos um perfil químico dos extratos das folhas de café de acordo com a região que esta planta se encontra; avaliar a influência da sazonalidade na composição química do leite; o ensino lúdico de matemática básica e o uso de robôs para tornar o aprendizado mais prático e concreto; a inteligência artificial (IA) que busca desenvolver sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana; os níveis de atividades investigativa e habilidades científicas com alunos do ensino fundamental em espaço não formal de educação científica; o processo de modelagem, prototipagem e desenvolvimento do protótipo O.S.M.A.R. (O Super Matemático Avaliador Robótico), um robô educativo programado na plataforma Arduino.

Nesse sentido, esta obra é uma coletânea, composta por excelentes trabalhos de extrema relevância, apresentando estudos sobre experimentos e vivências de seus autores, o que pode vir a proporcionar aos leitores uma oportunidade significativa de análises e discussões científicas. Assim, desejamos a cada autor, nossos mais sinceros agradecimentos pela enorme contribuição. E aos leitores, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins

CAPÍTULO 1 1

CAFÉS DE DIFERENTES LOCALIDADES NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO: CARACTERIZAÇÃO DE FOLHAS EM EXTRATOS ORGÂNICOS POR ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

Soraia Cristina Gonzaga Neves Braga

Filipe Leôncio Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362305041>

CAPÍTULO 2 11

EFEITO DA SAZONALIDADE NOS COMPONENTES DO LEITE PRODUZIDO EM PEQUENAS PROPRIEDADES DE UMA COOPERATIVA DO OESTE DE SANTA CATARINA

Marina Fornari Cassol

Tarish Brandalize Silva

Alan Miranda Prestes

José Francisco Manta Bragança

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362305042>

CAPÍTULO 322

ENSINO DE MATEMÁTICA BÁSICA, TABUADA POR MEIO DE UM ROBÔ PROTOTIPADO EMPREGANDO ARDUINO

Márcio Mendonça

Francisco de Assis Scannavino Junior

Vicente de Lima Gongora

Vera Adriana Huang Azevedo Hypólito

Marcio Jacometti

Matheus Gil Bovolenta

Janaína Fracaro de Souza Gonçalves

Emanuel Ignacio Garcia

Michelle Eliza Casagrande Rocha

Marcos Antônio de Matos Laia

Wagner Fontes Godoy

Henrique Cavalieri Agonilha

Jhonatas Luthierry Barbosa dos Santos

Kleber Romero Felizardo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362305043>

CAPÍTULO 434

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, FUNDAMENTOS, CONCEITOS, APLICAÇÕES E TENDÊNCIAS

Márcio Mendonça

Matheus Gil Bovolenta

Bruno Oliveira Rosa

Lucas Botoni de Souza

Vicente de Lima Gongora

Emanuel Ignácio Garcia

Henrique Cavalieri Agonilha

Ronie Ribeiro Camargo
 Edgar Matsuo Tsuzuki
 Marcos Antônio de Matos Laia
 Emerson Ravazzi Pires da Silva
 Janaína Fracaro de Souza Gonçalves
 Wagner Fontes Godoy
 Augusto Alberto Foggiano
 Kleber Romero Felizardo
 Francisco de Assis Scannavino Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362305044>

CAPÍTULO 547

NÍVEIS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVA E HABILIDADES CIENTÍFICAS NA EXPERIMENTAÇÃO DE MISTURAS DE SUBSTÂNCIAS

Natalino Carvalho dos Santos
 João Manoel da Silva Malheiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362305045>

CAPÍTULO 666

O.S.M.A.R. - O SUPER MATEMÁTICO AVALIADOR ROBÓTICO - O ROBÔ EDUCATIVO QUE ENSINA MATEMÁTICA COM DIVERSÃO

Márcio Mendonça
 Jean Luca Pacagnan Vargas
 Matheus Gil Bovolenta
 Emanuel Ignacio Garcia
 Fabio Rodrigo Milanez
 Vera Adriana Huang Azevedo Hypólito
 Marta Rúbia Pereira dos Santos
 Janaína Fracaro de Souza Gonçalves
 José Augusto Fabri
 Michelle Eliza Casagrande Rocha
 Jancer Frank Zanini Destro
 Gabriela Helena Bauab Shiguemoto
 Rodrigo Rodrigues Sumar
 Marcio Jacometti
 Carolina Ribeiro Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362305046>

SOBRE O ORGANIZADOR 81

ÍNDICE REMISSIVO82

CAFÉS DE DIFERENTES LOCALIDADES NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO: CARACTERIZAÇÃO DE FOLHAS EM EXTRATOS ORGÂNICOS POR ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

Data de submissão: 07/03/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Soraia Cristina Gonzaga Neves Braga

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
Viana, ES

Filipe Leôncio Braga

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
Cariacica, ES

RESUMO: O café é, há mais de mil anos, uma das bebidas mais apreciadas e consumidas em todo o mundo, ficando apenas atrás da água e do chá. Embora os grãos sejam bastante estudados, outras partes da planta, como as folhas, são muitas vezes negligenciadas. As folhas de café têm sido usadas em alguns países para tratamento de doenças como anemia, edemas, diarreias, controle de HIV e tratamento de enxaqueca. Neste trabalho o intuito foi verificar a utilização da espectrofotometria na região do UV-VIS juntamente com métodos quimiométricos para analisar a possibilidade de obtermos um perfil químico dos extratos das folhas de café de acordo com a região que esta planta se encontra. Para isso, acetonitrila, etanol e hexano foram utilizados para obter

os extratos de folhas de café de três locais diferentes. Após a extração obteve-se os espectros na região do UV-VIS de cada extrato. Estes espectros foram exportados e analisados através da técnica de PCA (Análise de componentes principais) utilizando o *software* Rstudio munido do pacote *mdatools*. Verificou-se que com o solvente etanol houve uma tendência na separação das amostras de acordo com a região que a planta se encontrava.

PALAVRAS-CHAVE: Folhas de café, espectroscopia UV-VIS, análise de componentes principais.

ABSTRACT: Coffee is, for more than a thousand years, one of the most appreciated and consumed beverages in the world, after water and tea. Although the grains are well studied, other parts of the plant, such as the leaves, are often neglected. Coffee leaves have been used in some countries to treat diseases such as anemia, edema, diarrhea, HIV control and migraine treatment. In this work, the aim was to verify the use of UV-VIS spectrophotometry together with chemometric methods to analyze the obtaining a chemical profile of coffee leaf extracts according to the region where this plant is located. For this, acetonitrile,

ethanol and hexane were used to obtain coffee leaf extracts from three different locations. After extraction, spectra were obtained in the UV-VIS region of each extract. These spectra were exported and analyzed using the PCA technique (Principal Component Analysis) using the Rstudio software with the mdatools package. It was verified that with the ethanol solvent there was a tendency in the separation of the samples according to the region that the plant found.

KEYWORDS: Coffee leaves, spectrometry UV-VIS, Principal component analysis.

1 | INTRODUÇÃO

O café é, há mais de mil anos, uma das bebidas mais apreciadas e consumidas em todo o mundo, ficando apenas atrás da água e do chá (CHEN *et al.*, 2018). A bebida café é um produto de complexa composição química, principalmente após sua torrefação, onde compostos originais do grão são degradados e novos compostos são formados garantindo a presença de substâncias nutritivas, bioativas e suas características de sabor e aroma. Embora os grãos sejam bastante estudados, outras partes da planta, como as folhas, são muitas vezes negligenciadas.

As folhas de café têm sido usadas em alguns países para tratamento de doenças como anemia, edemas, diarréias, controle de HIV e tratamento de enxaqueca (CHEN *et al.*, 2018). Além disso, as folhas de café secas ao sol tem sido consumidas como chá na Indonésia, Jamaica, Índia, Sumatra, Etiópia e África do sul desde os anos 1800 (CHEN *et al.*, 2018). Talamond (TALAMOND *et al.*, 2008) verificou que as folhas de café possuem efeitos anti-inflamatório, antidiabetes, anti-hiperlipidêmico, antioxidante, anti-microbial e atividade neuroprotetora, já que contém a substância mangiferin.

As pesquisas em café são focadas principalmente nos grãos, os responsáveis pelo café bebida tendo um maior número de trabalhos com as espécies Arábica e Robusta (SOUARD *et al.*, 2018).

O café arábica é o que possui maior valor comercial (RENDÓN *et al.*, 2014), e os principais fatores que afetam a qualidade do café na forma de bebida são o sabor e o aroma (RIBEIRO *et al.*, 2011), sendo estes agentes afetados por fatores genéticos, ambientais e tecnológicos (processamento) (RIBEIRO *et al.*, 2011). Sabe-se também que as características sensoriais do café bebida dependem tanto da espécie quanto do processamento que o mesmo foi submetido (COLZI *et al.*, 2017), além de depender da microbiota presente na fermentação (IAMANAKA *et al.*, 2014).

O café, embora muito explorado como bebida (advinda dos grãos) não possui amplos estudos com suas folhas, embora as mesmas sejam usadas como bebida em diversos países na África e Ásia (CHEN *et al.*, 2018; TREVISAN *et al.*, 2017). As folhas de café contém muitos polifenóis com grande capacidade antioxidante, que podem reduzir a incidência de doenças degenerativas (TREVISAN *et al.*, 2017), mas que ainda não são utilizadas com grande frequência.

Diversas aplicações na prevenção e tratamento de doenças tem sido reportadas com a folha de café: sangramento após aborto, tratamento de enxaqueca, dores de estômago (TREVISAN, *et al.* 2017), diarreia e problemas intestinais, edemas e anemias (CHEN *et al.*, 2018).

Neste trabalho, o intuito foi analisar folhas de café de diferentes regiões no estado do Espírito Santo utilizando a espectrofotometria na região do UV-VIS e avaliar os possíveis padrões desses espectros. Para isso, a PCA (análise de componentes principais- *Principal Component Analysis*) foi utilizada.

A PCA é um método de reconhecimento de padrões não supervisionado e se baseia na representação de uma matriz **X** (dados) pelo produto de outras duas matrizes menores **T** e **P**, chamadas de escores e pesos, mais a matriz de erros **E**, como ilustrado pela equação 1 (CORDELLA, 2011). Dessa forma, a PCA reduz a dimensionalidade dos dados, explicados agora pelas componentes principais e o espaço destas componentes explica a maior variância dos dados.

$$\mathbf{X}=\mathbf{TP}^t+\mathbf{E}$$

A matriz de escores (**T**) mostra a relação entre as amostras, enquanto a matriz de pesos (**P**) evidencia a relação entre as variáveis.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar extratos orgânicos de folhas de café de diferentes localidades utilizando a espectrofotometria UV-VIS juntamente com a PCA.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de folhas de café foram obtidas de propriedades rurais nas localidades de: Amostra 1: Serra-ES; Amostra 2: Fundão-ES; Amostra 3: Ibraçu-ES. Os solventes utilizados foram Hexano, Acetonitrila e Etanol.

Para obtenção dos extratos, foram utilizadas 0,300±0,001 g de folhas de café picadas e colocadas em um tubo do tipo Falcon, juntamente com 10,00 mL de solvente. Cada tubo foi agitado por 30 segundos no vórtex e as folhas e solvente foram deixados em contato por 24h, à temperatura ambiente. Após esse período, os extratos foram recolhidos em *vials* de vidro com o auxílio de pipetas de Pasteur e a análise por espectrofotometria UV-VIS foi realizada em seguida. Foram realizadas extrações em triplicata para cada amostra em cada um dos tipos de solvente.

Para a análise espectrofotométrica, cada amostra foi colocada uma cubeta de quartzo com espessura de 1,0 cm. Os espectros foram obtidos entre os comprimentos de onda de 200 e 800 nm com uma taxa de varredura igual a 4800 nm/min, no modo duplo feixe, sendo o equipamento utilizado um espectrofotômetro Cary Eclipse (Agilent Technologies).

Os espectros obtidos foram exportados em formato .csv e as análises quimiométricas

foram realizadas no *software* Rstudio, com o pacote *mdatools*.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a obtenção e análise dos extratos, os arquivos em formato *csv* foram introduzidos dentro do *software* Rstudio. Para a análise de dados o pacote *mdatools* foi utilizado para desenvolver a PCA. Para estes extratos quatro análises de PCA foram desenvolvidas: uma contendo todos os extratos de todas as amostras em todos os solventes, a segunda contendo os extratos no solvente acetonitrila para todas as amostras, a terceira contendo os extratos no solvente etanol para todas as amostras e a quarta contendo os extratos no solvente hexano para todas as amostras. Em todas as PCAs realizadas utilizou-se os espectros completos.

Na primeira PCA, os espectros foram pré-processados utilizando o método autoescalar. Para esta análise, duas componentes principais foram selecionadas explicando 99,70% da variância dos dados, na qual a PC1 explicou 98,80% e a PC2 explicou 0,90% da variância dos dados. Na figura 1 é mostrado o gráfico de *scores* para as componentes 1 e 2. Pode-se observar a formação de 3 grupos, destacados na figura. Cada um desses grupos contém 9 amostras e representam, cada um, um dos solventes utilizados. Com isso, podemos inferir que os compostos químicos extraídos por cada um dos solventes devem possuir características químicas diferentes, assim como diferenças quantitativas destes compostos.

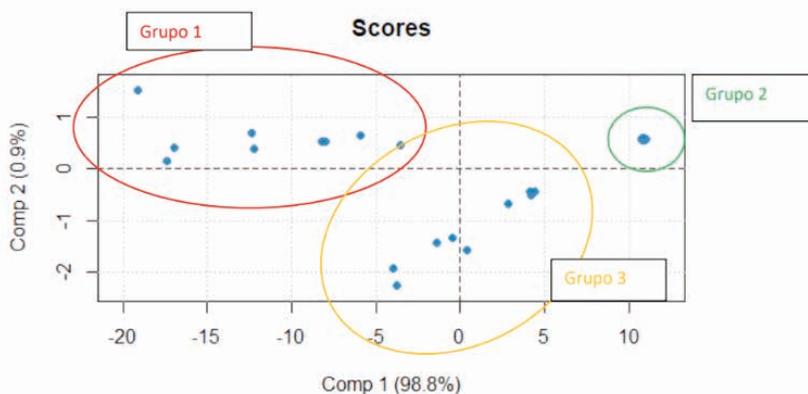


Figura 1: *Scores* da PCA realizada com todas as amostras e com os extratos dos 3 solventes: Grupo 1- acetonitrila, Grupo 2 - etanol e Grupo 3- hexano.

Além disso, podemos observar que a componente principal 1 foi a mais importante na separação dos grupos. Por isso, os *loadings* de PC1 são mostrados na figura 2.

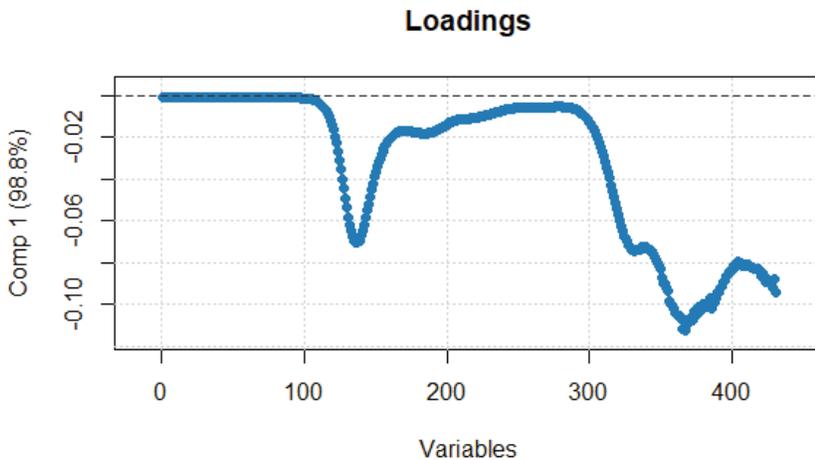


Figura 2: *Loadings* PC1 da PCA desenvolvida com todas as amostras e com os extratos dos 3 solventes: acetonitrila, etanol e hexano.

A segunda PCA, realizada com os extratos obtidos em acetonitrila, a forma de pré-processamento utilizada foi autoescalar. Duas componentes principais foram selecionadas, sendo que a PC1 explicou 98,63% da variância dos dados e a PC2, 0,75%. Dessa forma, o modelo desenvolvido explicou 99,38% da variância dos dados. Na figura 3 o gráfico de *Scores* da PC1 versus PC2 é mostrado, sendo que a amostra de cada região está em uma cor diferente.

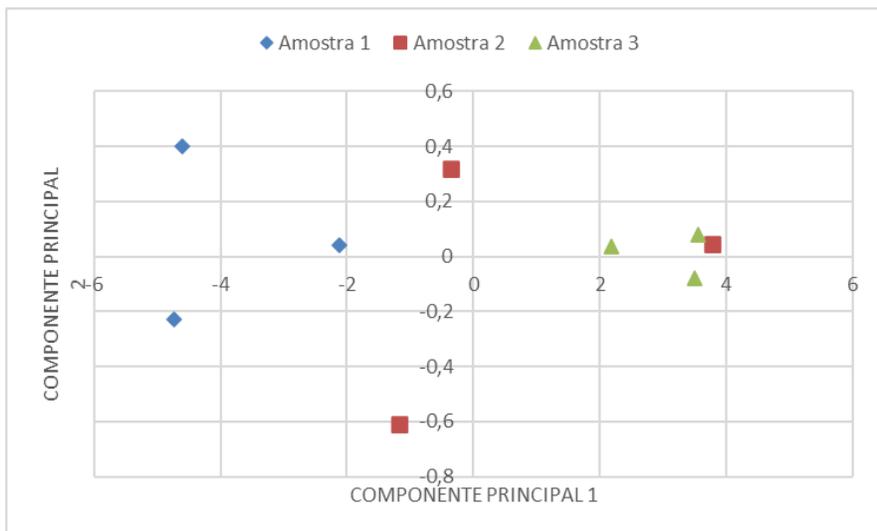


Figura 3: *Scores* da PCA realizada com todas as amostras e com os extratos obtidos com acetonitrila. Em losango azul temos a amostra 1, em quadrados vermelhos temos a amostra 2 e em triângulos verdes temos a amostra 3.

Analisando o gráfico de *Scores* para os extratos obtidos em acetonitrila, pode-se verificar que há uma tendência na separação das amostras por região de coleta e que a PC1 é a responsável por isso. Esse resultado demonstra que há a possibilidade de diferenciação dos extratos das folhas de café de acordo com a região. Mas esse resultado não é conclusivo. Na figura 4 são mostrados os *loadings* obtidos para a PC1 e para a PC2.

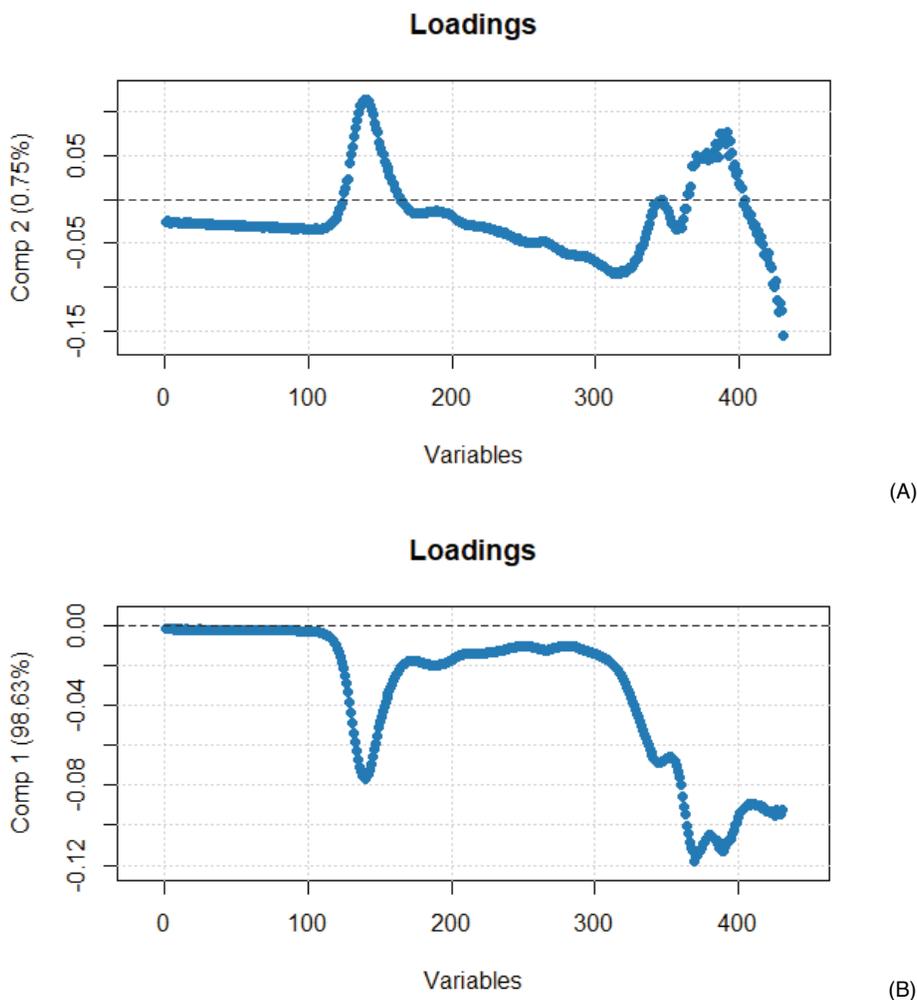


Figura 4: *Loadings* da PC1(A) e da PC2 (B) obtidos para a PCA desenvolvida com todas as amostras do extrato acetonitrila.

A terceira PCA, feita com os extratos em etanol, o pré-processamento dos espectros foi também autoescalar.. Duas componentes principais foram selecionadas, sendo que a PC1 explicou 97,62% da variância dos dados e a PC2, 1,32%. Dessa forma, o modelo desenvolvido explicou 98,94% da variância dos dados. Na figura 5 o gráfico de *Scores*

da PC1 versus PC2 é mostrado, sendo que a amostra de cada região está em uma cor diferente.

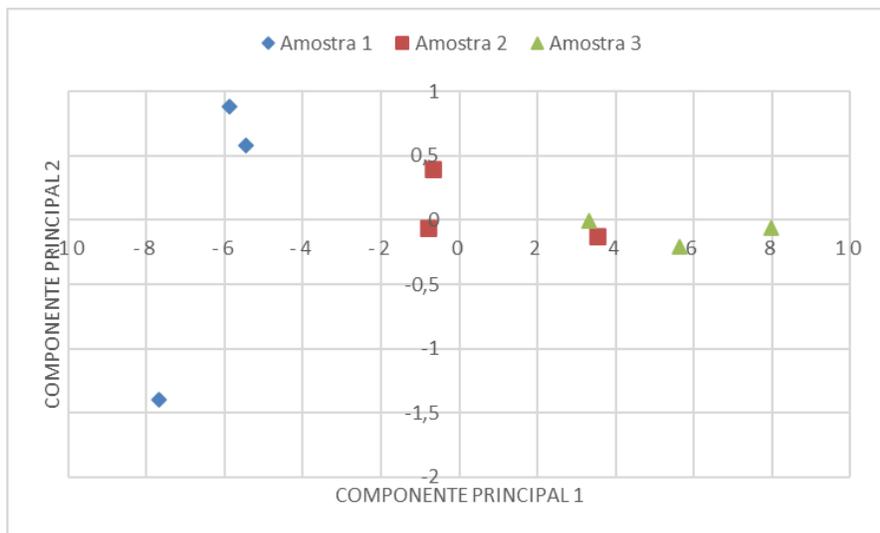


Figura 5: Scores da PCA realizada com todas as amostras e com os extratos obtidos com etanol. Em losango azul temos a amostra 1, em quadrados vermelhos temos a amostra 2 e em triângulos verdes temos a amostra 3.

Analisando o gráfico de *scores* para os extratos obtidos em etanol, observa-se uma separação entre as amostras das 3 regiões, sendo a PC1 a responsável por isto. Embora tenhamos uma amostra da região 2 dentro do grupo da região 3, a utilização de outras formas de pré-processamento dos espectros e também de métodos supervisionados de análise podem levar a um resultado mais satisfatório. Na figura 6 são mostrados os *loadings* obtidos para a componente principal 1.

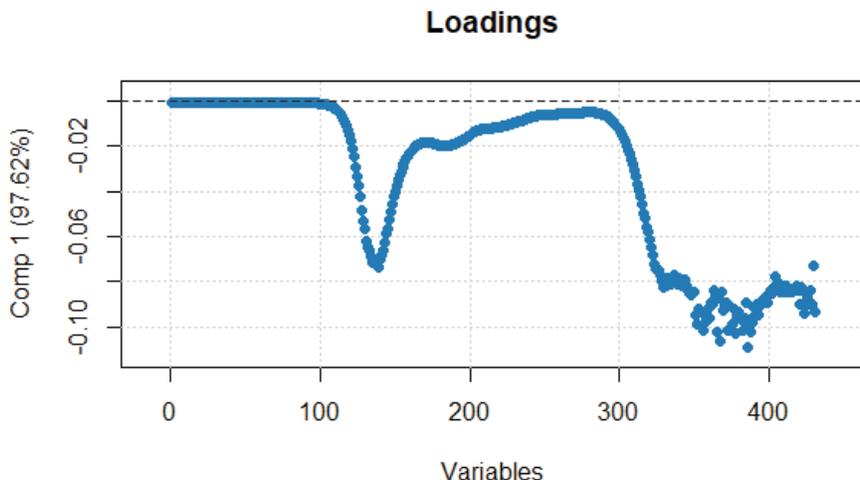


Figura 6: *Loadings* da PC1 obtidos para a PCA desenvolvida com todas as amostras em etanol.

Por último, temos a análise por PCA realizada com os extratos obtidos com o solvente hexano. A forma de pré-processamento utilizada foi autoescalar os espectros. Na PCA desenvolvida, 3 componentes principais foram utilizadas. Essas componentes explicam, respectivamente 92,41%, 3,40% e 2,12 % da variância dos dados, totalizando 97,93% da variância acumulada. Na figura 7 o gráfico de escores da PC2 versus PC3 é mostrado, no qual a amostra de cada região está em uma cor diferente.

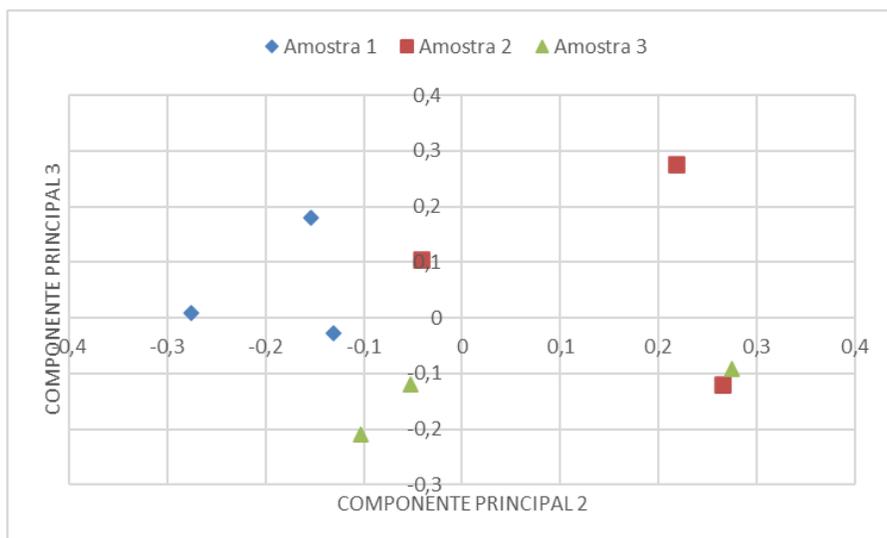
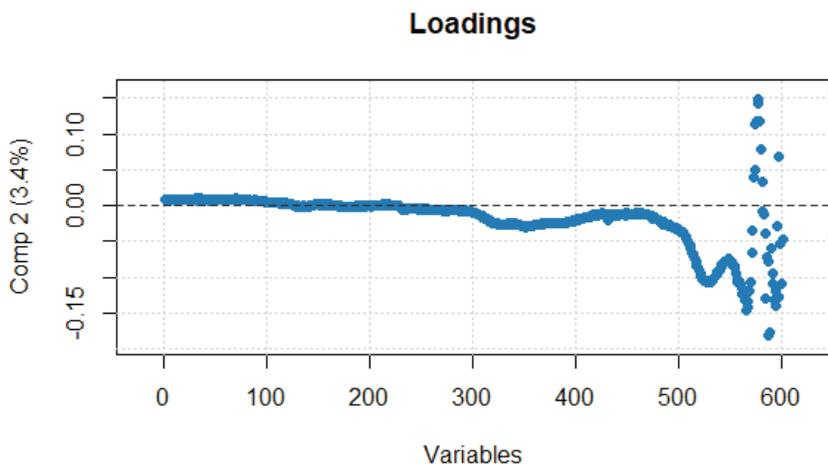
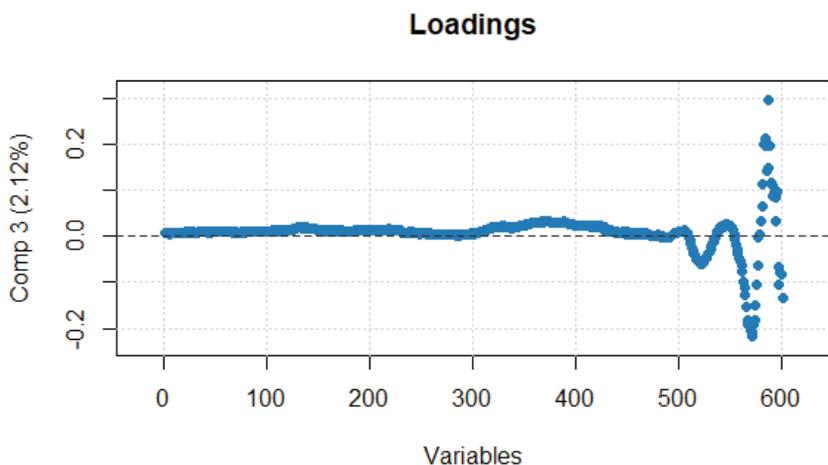


Figura 7: Scores da PCA realizada com todas as amostras e com os extratos obtidos com hexano. Em losango azul temos as amostras da 1ª região, em quadrados vermelhos temos as amostras da 2ª região e em triângulos verdes temos as amostras da 3ª região.

Observa-se no gráfico de scores uma tendência na separação das amostras por região, na qual a combinação das componentes principais 2 e 3 foram responsáveis pela separação entre as amostras das 3 regiões. Na figura 8 são mostrados os *loadings* obtidos para a componente principal 2 e 3.



(A)



(B)

Figura 8: Loadings da PC2(A) e da PC3 (B) obtidos para a PCA desenvolvida com todas as amostras em hexano.

4 | CONCLUSÕES

Os extratos de três solventes foram testados: acetonitrila, etanol e hexano. Pode-se observar que utilizando o etanol como solvente, a separação das amostras por região foi mais assertiva que aquelas feitas com acetonitrila e hexano.

Sendo assim, conclui-se que o acoplamento das análises UV-VIS com métodos quimiométricos foi satisfatória na separação de grupos por região. Esse modelo precisa ser validado com mais amostras. Por conseguinte, pretende-se obter amostras de diferentes localidades e diferentes espécies para validar esta técnica analítica.

AGRADECIMENTOS

À FAPES e CNPq pelo projeto aprovado no EDITAL CNPq/FAPES N° 22/2018 - PROGRAMA PRIMEIROS PROJETOS - PPP e ao Ifes pelo Programa Pesquisador Produtividade 2021/2023.

REFERÊNCIAS

- Chen, X. M. b, Ma, Z., Kitts, D. D., Effects of processing method and age of leaves on phytochemical profiles, and bioactivity of coffee leaves. **Food Chemistry**, v. 249, p 143-153, 2018
- Colzi, I., Taiti, C., Marone, E., Magnelli, S., Gonnelli, C, Mancuso, S., Covering the different steps of the coffee processing: Can headspace VOC emissions be exploited to successfully distinguish between Arabica and Robusta? **Food Chemistry** , v.237, p. 257–263, 2017
- CORDELLA, C. B. Y. (2012). PCA: The Basic Building Block of Chemometrics. Analytical Chemistry, Dr. Ira S. Krull (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/51429. Available from: <http://www.intechopen.com/books/analytical-chemistry/pca-the-basic-building-block-of-chemometrics>
- Iamanaka, B.T, Teixeira, A.A., Teixeira, A.R.R., Copetti, M.V., Bragagnolo, N., Taniwaki, M.H., The mycobiota of coffee beans and its influence on the coffee beverage. **Food Research International**, v. 62, p. 353–358, 2014
- Rendón, M. Y., SALVA, T. J. G., BRAGAGNOLO, N. Impact of chemical changes on the sensory characteristics of coffee beans during storage. **Food Chemistry**, v. 147, p. 279–286, 2014
- RIBEIRO, F. C., BORÉM, F. M., GIOMO, G. S., LIMA, R., R., MALTA, M. R., FIGUEIREDO, L. P., Storage of green coffee in hermetic packaging injected with CO₂. **Journal of Stored Products Research**, v.47, p. 341-348, 2011
- Souarda, F., Delporte, C., Stoffelen, P., Thévenot, E. A., Noret, N., Dauvergne, B., Kauffmann, L. M., Antwerpen, P. V., Stévig, C., Metabolomics fingerprint of coffee species determined by untargeted profiling study using LC-HRMS. **Food Chemistry** , v.245 , p 603-612, 2018
- Talamond, P., Mondolot, L., Gargadennec, A., de Kochko, A., Hamon, S., Fruchier, A., Campa, C.. First report on mangiferin (C-glucosyl-xanthone) isolated from leaves of a wild coffee plant, *Coffea pseudozanguebariae* (Rubiaceae). **Acta Botanica Gallica**, v.155, n 4, p. 513–519, 2008
- Trevisan, M. T. S., Owen, R. W., Vernich, P.C., Breuer, A., Picó, Y. ,Pesticide analysis in coffee leaves using a quick, easy, cheap, effective, rugged and safe approach and liquid chromatography tandem mass spectrometry: Optimization of the clean-up step, **Journal of Chromatography A**, v.1512 , p. 98–106, 2017

EFEITO DA SAZONALIDADE NOS COMPONENTES DO LEITE PRODUZIDO EM PEQUENAS PROPRIEDADES DE UMA COOPERATIVA DO OESTE DE SANTA CATARINA

Data de aceite: 03/04/2023

Marina Fornari Cassol

Acadêmica do curso de Medicina Veterinária Unoesc/Xanxerê SC

Tarish Brandalize Silva

Médico Veterinário MSC, autônomo, Xanxerê SC

Alan Miranda Prestes

Docente do curso de Medicina Veterinária Unoesc/Xanxerê SC

José Francisco Manta Bragança

Docente do curso de Medicina Veterinária Unoesc/Xanxerê SC

RESUMO: A atividade leiteira contribui para o desenvolvimento econômico rural de uma região e promove, assim, o aumento de renda familiar. Todavia essa atividade é influenciada por fatores, como a produtividade e a qualidade do produto, em cujos aspectos, diferenças sazonais desencadeadas por mudanças de temperatura e umidade durante o ano influenciam na quantidade e composição do leite. Com esta pesquisa, objetivou-se avaliar a influência da sazonalidade na composição química do leite. Para isso, levantaram-se dados mensalmente

junto a uma cooperativa de pequenos produtores do oeste de Santa Catarina, no ano de 2020. Variáveis, como gordura, proteína, lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado, foram avaliadas por análise de variância, e as médias, quando significativas, foram comparadas por meio do método de Tukey. Analisou-se o nível de significância de 5%. Os teores de proteína apresentaram diferença significativa. Nesse aspecto, em julho, teve-se o valor mais alto (3,12 g/100g) e, em janeiro e fevereiro, os mais baixos, reflexo da falta de chuva no semestre anterior. Os índices de extrato seco desengordurado também mostraram diferença significativa, já que, nos meses de janeiro a agosto, houve os maiores índices (8,59; 8,60 e 8,61 g/100g) e, nos meses de maio e novembro, os menores (8,21 e 8,26 g/100g). O teor de extrato seco desengordurado revela a sazonalidade na produção de pastagens, bem como serve de alerta aos produtores e profissionais da área para que busquem suprir esses períodos com melhorias nas reservas de volumoso.

PALAVRAS-CHAVE: Extrato seco desengordurado. Leite. Proteína. Sazonalidade.

EFFECT OF SEASONALITY ON THE COMPONENTS OF MILK PRODUCED ON SMALL PROPERTIES OF A COOPERATIVE IN THE WEST OF SANTA CATARINA

ABSTRACT: The dairy activity contributes to the rural economic development of a region, thus promoting an increase in family income. However, this activity is influenced by factors such as productivity and product quality, where seasonal differences triggered by changes in temperature and humidity during the year influence the quantity and composition of milk. The objective was to evaluate the influence of seasonality on the chemical composition of milk. Data were collected monthly from a cooperative of small producers in the west of Santa Catarina (2020). Variables such as fat, protein, lactose, total solids and defatted dry extract were analyzed by analysis of variance, where the means, when significant, were compared using the Tukey method. A significance level of 5% was used. Protein contents showed a significant difference, with the highest value in July (3.12 g/100g) and the lowest in January and February, reflecting the lack of rain in the previous semester. The defatted dry extract indexes also showed a significant difference, with the highest indexes in the months from January to August (8.59; 8.60 and 8.61 g/100g) and the lowest in May and November (8.21 and 8.26 g/100g). The defatted dry extract content was able to illustrate the seasonality in the production of pastures, as well as serve as a warning to producers and professionals in the area to seek to supply these periods with improvements in forage reserves.

KEYWORDS: Dry defatted extract. Milk. Protein. Seasonality.

INTRODUÇÃO

Ao analisar dados apresentados pelo IBGE (2019), percebe-se que em torno de 35,7% do leite produzido pelo Brasil é oriundo da região sul do país, e o estado de Santa Catarina surge como o quinto produtor nacional de leite. Ainda, a região oeste do referido estado foi responsável por 79,1% de todo o leite produzido em solo catarinense. Nesse sentido, a atividade leiteira contribui para o desenvolvimento econômico e social da região, promovendo e garantindo uma importante fonte de renda. Todavia a referida atividade está centrada em fatores fundamentais, como produtividade e qualidade do leite, em cujos aspectos diferenças sazonais desencadeadas por variações de temperatura e umidade no decorrer do ano influenciam tanto na quantidade como na qualidade do produto.

Nesse contexto, para a indústria do leite, é de fundamental importância a composição e as propriedades físico-químicas do produto, devido ao efeito que elas exercem no processamento do próprio leite, como também no de seus derivados (O' BRIEN e GUINEE, 2011). Por outro lado, vários fatores podem ser considerados como responsáveis por influenciar na composição do leite, entre eles, a genética, a fase de lactação, a parição, o tipo de dieta, a idade da fêmea e sanidade da glândula, a estação do ano (KILIC e KILIC, 1994; FOX e Mc SWEENEY, 1998; HAENLEIN, 2003).

Em relação ao ano e seus meses, vários estudos revelaram que esses aspectos influenciam na variação dos níveis dos componentes, como também na quantidade do leite produzido (SOUZA, 2010). Segundo demonstraram Bohmanova et al. (2007), as diferenças

estacionais na produção de leite são causadas por mudanças periódicas do ambiente ao longo do ano. Estas promovem um efeito direto na produção de leite, causado pela redução da ingestão da matéria seca, enquanto o efeito indireto ocorre pela variação na qualidade e quantidade de alimento fornecido. Dessa forma, os teores de cada componente do leite sofrem influência da nutrição, já a alimentação é responsável por 50% das variações nos teores de proteína e gordura do leite, enquanto pouco interfere nos teores de lactose (FREEDEN, 1996).

Além da variação nos teores dos componentes do leite, estudos revelam que o ano e os meses também interferem na produção. Ribas et al. (2004) verificaram, em unidades produtoras do Paraná, Santa Catarina e São Paulo, o efeito do ano na concentração de sólidos totais. Já Teixeira et al. (2003), trabalhando no estado de Minas Gerais, verificaram que os teores de gordura e proteína foram maiores nos meses de inverno e menores nos meses de verão. Quanto ao volume produzido, nos meses de setembro e outubro, obtiveram-se maiores quantidades.

Além disso, o volume e a sazonalidade de produção se tornam quesitos importantes por parte da indústria para pagamento do produto. É interessante aos laticínios a coleta de produto de produtores que forneçam maiores volumes de leite diários e que demonstrem menores variações sazonais de produção, o que se reverte em menores custos operacionais e de logística de transporte (FONSECA, 2001). Ademais, a análise de composição química do leite como também de células somáticas são pontos importantes a serem considerados pelo produtor, já que são indicadores da saúde da glândula mamária, podendo sinalizar para uma baixa qualidade e redução de produção de leite (BUENO et al., 2005).

Diante dessas considerações, é importante referir o objetivo deste estudo, que foi o de avaliar a influência da sazonalidade em parâmetros do leite produzido por produtores cooperativados da região oeste de Santa Catarina. Os parâmetros avaliados foram: teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado e contagem de células somáticas (CCS).

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi desenvolvido em uma Cooperativa de pequenos produtores de agricultura familiar da região oeste de Santa Catarina, Brasil (Latitude 26° 44' 66" Sul, Longitude 52° 23' 27" Oeste e Altitude 646 m). Foram utilizados os dados de produção e composição do leite de quinze produtores que entregaram o leite mensalmente na cooperativa durante o ano de 2020. Esse tipo de estudo não necessita de aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA). As avaliações de qualidade foram realizadas mensalmente de janeiro de 2020 a dezembro do mesmo ano. As amostras de leite coletadas refrigeradas eram enviadas ao laboratório Estadual da qualidade do leite credenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pertencente

à Universidade do Contestado no município de Concórdia-SC. As amostras para envio ao laboratório eram acondicionadas em frascos padronizados (70 ml) e utilizado o conservante Bronopol (2-bromo-2 nitropropano-1,3-diol).

A sazonalidade dos componentes químicos do leite foi verificada, levando-se em conta os meses do ano e, conseqüentemente, as estações: primavera (setembro-novembro), verão (dezembro-fevereiro), outono (março-maio) e inverno (junho-agosto). Foram considerados os teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado e valores de células somáticas (CCS).

Quanto à análise estatística, foi realizada a análise de variância, considerando o seguinte modelo estatístico: $y_{ij} = \mu + M\hat{E}S_i + \varepsilon_{ij}$, em que y_{ij} = variáveis analisadas (Gordura, Proteína, Lactose, Sólidos Totais, Extrato Seco Desengordurado e Contagem de Células Somáticas); μ = médias das observações para cada variável analisada; $M\hat{E}S_i$ = mês da coleta das análises; ε_{ij} = erro aleatório NID (0, s^2). Quando significativas, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey. Foi utilizado o nível de significância de 5% com auxílio do programa estatístico R Studio (R CORE TEAM, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A influência das estações do ano sobre os parâmetros avaliados (Proteína, Gordura, Lactose, Sólidos totais, Extrato seco desengordurado e Contagem de células somáticas (CCS)) é apresentada na continuação. Nesse sentido, somente mostraram diferença significativa ($P < 0,05$) os teores de proteína e extrato seco desengordurado, os quais estão reunidos em gráficos (Gráfico 1 e 2). Os teores de proteína se mostraram maiores na estação do inverno, e menores teores foram verificados no verão. Isso foi verificado no que se refere aos teores de extrato seco desengordurado.

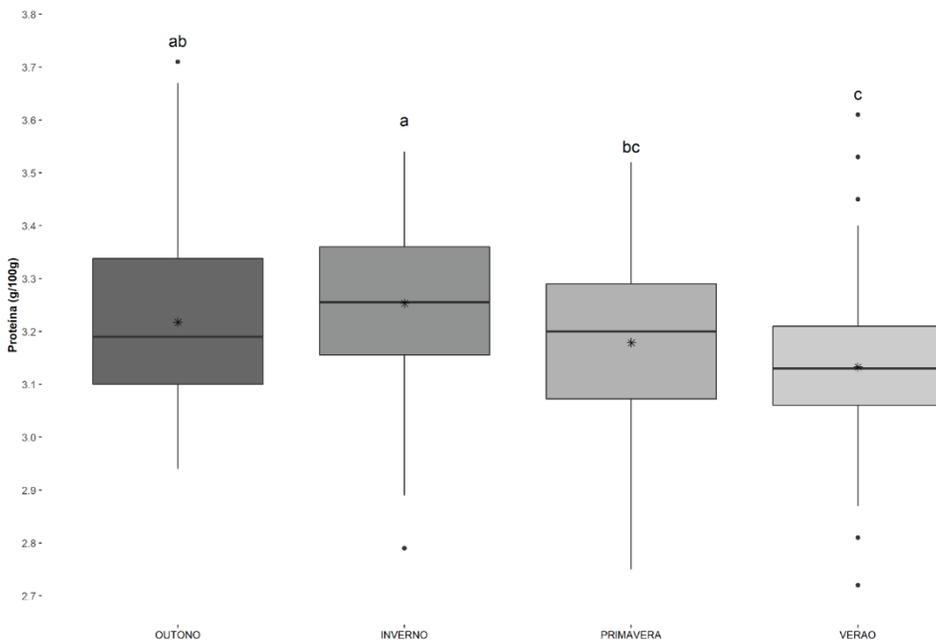
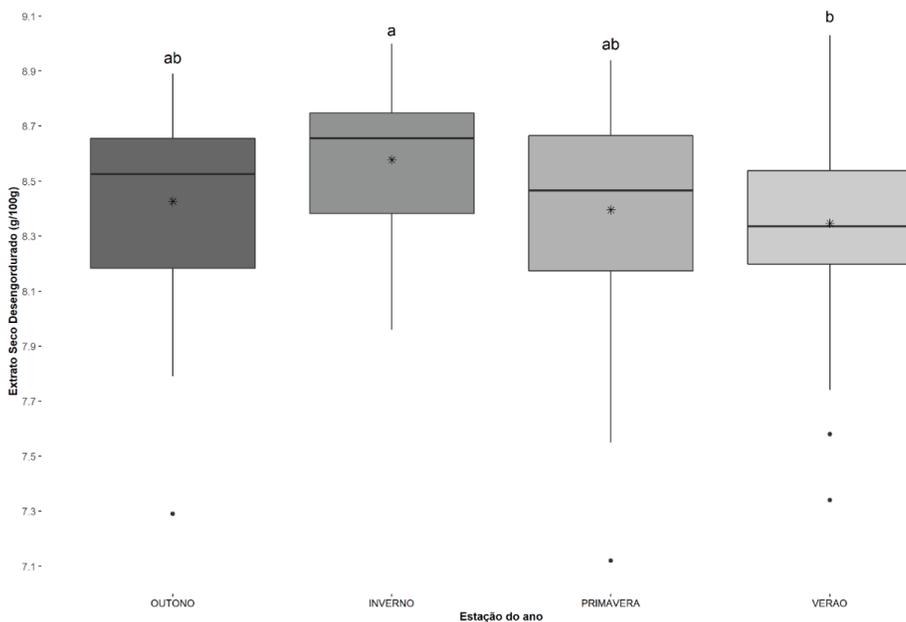


GRÁFICO 1: Efeito da estação do ano sobre teores de Proteína do leite.

Letras distintas revelam diferença significativa ($P < 0,05\%$).



Letras distintas revelam diferença estatística ($P < 0,05\%$).

GRÁFICO 2: Efeito da estação do ano sobre os teores de extrato seco desengordurado.

As médias mensais para os parâmetros do leite (Proteína, Gordura, Lactose, Sólidos totais, Extrato seco desengordurado e Contagem de células somáticas (CCS)), avaliados no ano do estudo (2020), estão reunidos na Tabela 1.

Mês ano	Proteína (%) ±DP	Gordura (%)	Lactose (%)	Sólidos totais (%)	Extrato seco desengordurado (%) ±DP	CCS (cls/ml)
Janeiro	3,12 ^b 0,15	3,74	4,20	12,22	8,40 ^{ab} 0,36	791,64
Fevereiro	3,12 ^b 0,16	3,66	4,28	12,06	8,33 ^{ab} 0,27	636,23
Março	3,16 ^{ab} 0,17	3,77	4,20	12,21	8,31 ^{ab} 0,43	718,59
Abril	3,25 ^{ab} 0,19	3,88	4,20	12,53	8,48 ^{ab} 0,27	649,09
Mai	3,18 ^{ab} 0,15	3,84	4,13	12,07	8,21 ^b 0,40	823,27
Junho	3,22 ^{ab} 0,18	3,72	4,31		8,59 ^a 0,25	-
Julho	3,30 ^a 0,15	3,86	4,36	12,49	8,60 ^a 0,22	619,36
Agosto	3,25 ^{ab} 0,19	3,74	4,38		8,61 ^a 0,25	-
Setembro	3,21 ^{ab} 0,14	3,63	4,32	12,12	-	542,50
Outubro	3,19 ^{ab} 0,16	3,81	4,28	12,20	-	650
Novembro	3,15 ^{ab} 0,15	3,73	4,28	11,78	8,26 ^b 0,51	693,18
Dezembro	3,20 ^{ab} 0,16	3,78	4,33	12,43	8,51 ^{ab} 0,21	706,64

*Letras diferentes revelam diferença estatística no nível de significância de 5%.

TABELA 1: Valores médios dos percentuais de Proteína, Gordura, Lactose, Sólidos totais, Extrato seco desengordurado e Contagem de células somáticas (CCS), dos meses de janeiro a dezembro de 2020, oriundos de leite produzido por produtores cooperativados na região oeste de Santa Catarina.

Percebe-se que os teores médios dos componentes avaliados ficaram próximos dos valores exigidos pela normativa 76 (IN76) do MAPA (2018), a qual preconiza valores mínimos de 3,0g/100g de gordura, 2,9g/100g de proteína, 4,3g/100g para a lactose, 8,4g/100g para os sólidos não gordurosos e 11,4g/100g para os sólidos totais. Em relação aos valores da contagem de células somáticas (CCS), pode-se observar que estes ficaram acima do que é preconizado pela referida normativa, um máximo permitido de 500.000 CS/mL. Dessa maneira, é necessário que haja maior atenção do produtor quanto à qualidade do leite produzido.

No que se refere aos teores de proteína, estes apresentaram diferença significativa, revelando o valor mais alto nos meses de julho (3,30g/100g), enquanto nos meses de janeiro e fevereiro, os valores mais baixos (3,12g/100g). Noro et al. (2006), trabalhando com produtores cooperativados do estado do Rio Grande do Sul, encontraram menores valores de proteína também nos meses de verão, sendo em dezembro o menor valor (3,02g/100g), já Pereira et al. (2004) encontraram aumento de proteína nos meses de fevereiro a maio. Por outro lado, Dias et al. (2015), trabalhando com rebanhos do estado de Goiás, identificaram o menor valor para a proteína no mês de outubro (3,07%), enquanto os

maiores, nos meses de abril (3,26%) e maio (3,25%). Essa variação de dados encontrados pode ser explicada ou justificada pela dieta oferecida aos animais.

Deve-se considerar que maiores valores nos meses de julho revelados no presente estudo estão relacionados à dieta fornecida, principalmente pastagens de inverno, que são empregadas na região estudada, associada ao fornecimento de concentrado, o que colabora para o aumento de proteína em leite. A adição de concentrados na dieta promove aumento de propionato ruminal, favorecendo, assim, a gliconeogênese hepática a partir desse metabólito. Reduzindo a gliconeogênese a partir de aminoácidos, estes ficam disponíveis para a síntese proteica (REARTE, 1992). Por outro lado, valores menores nos meses quentes podem estar relacionados a transtornos digestivos e/ou metabólicos causados pelo estresse térmico na referida época.

Quanto aos teores de gordura levantados em cada mês, estes não mostraram diferença significativa, notando-se ausência de efeito dos meses do ano no referido parâmetro. Esse fato está de acordo com o revelado por Gonzales et al. (2004), que também não encontraram diferença entre os valores de gordura no leite produzido em bacia leiteira do Rio Grande do Sul. Entretanto, Heck et al. (2009) revelaram menores concentrações de gordura e, inclusive, proteína no verão em comparação com o inverno. Segundo eles, isso ocorreu devido às variações de temperatura e composição dos alimentos fornecidos.

Os níveis de lactose se apresentaram numericamente maiores nos meses de julho e agosto, o que corresponde aos meses de inverno na região. Segundo Ordóñez et al. (2005), esse carboidrato é o componente mais abundante do leite e o mais constante em proporção. Em outro estudo, Ribas et al. (2014) encontraram correlação significativa negativa entre Lactose e CCS, o que não foi verificado no presente estudo. A redução dos teores de lactose com CCS alta é devido ao fato de os microrganismos que causam a inflamação da glândula empregarem a lactose para o seu desenvolvimento, resultando em redução dos níveis desse carboidrato.

Ao considerar os valores de sólidos totais, estes não apresentaram diferença significativa ao longo do período de avaliação (meses), ao contrário do observado nos teores do extrato seco desengordurado, cujos valores se mostraram estatisticamente diferentes. A esse respeito, nos meses de junho, julho e agosto, apresentaram-se os maiores valores, de 8,59%, 8,60% e 8,61%, respectivamente. Observou-se, também, aumento da proteína nesses períodos do ano, o que concorda com o fato de a proteína contribuir para os maiores níveis de extrato seco desengordurado. Ribeiro Neto et al. (2012) revelaram também maiores teores de proteína e extrato seco desengordurado nos meses de inverno.

Ao relacionar os índices de precipitação pluviométrica com os dados encontrados, pode-se perceber uma relação com os níveis dos componentes do leite. Dados meteorológicos de 2020 revelaram que a precipitação anual total foi de 1.670 mm, e, nos meses de junho a agosto, a concentração foi de 36% desse total. Já no último semestre de 2019, a precipitação representou apenas 25% (532,6 mm) do volume de chuvas do

ano, configurando uma estiagem que resultou em baixas na quantidade e qualidade das forragens fornecidas, principalmente quando relacionadas às estações do ano, já que, na primavera, inicia-se a implantação de novas espécies forrageiras, o que exige bons volumes de chuvas para o desenvolvimento das plantas.

Nesse sentido, segundo Silva et al. (2021), 95% das propriedades da região possuem sistema de produção a base de pasto, com suplementação de energia e proteína (silagem e ração concentrada) em 85%. Assim, é perceptível que a concentração de componentes pode sofrer influência direta da qualidade das pastagens fornecidas, as quais dependem, além da adubação, de índices de chuvas que possibilitem o crescimento de forma continuada. Os dados pluviométricos do ano de 2019 e 2020 estão apresentados a cada mês nos gráficos a seguir (Gráficos 3 e 4).

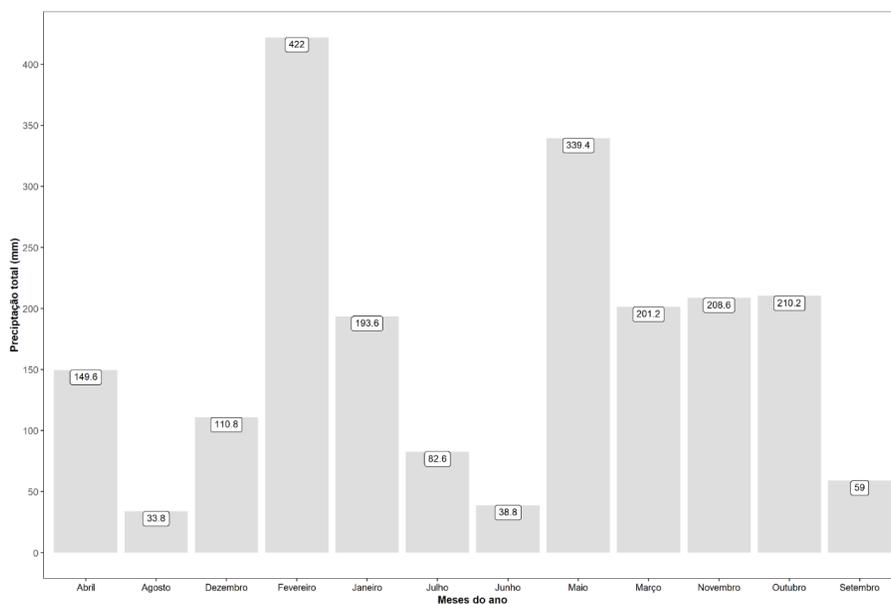


GRÁFICO 3: Índices pluviométricos ocorridos no ano de 2019 na região oeste de Santa Catarina (meses).

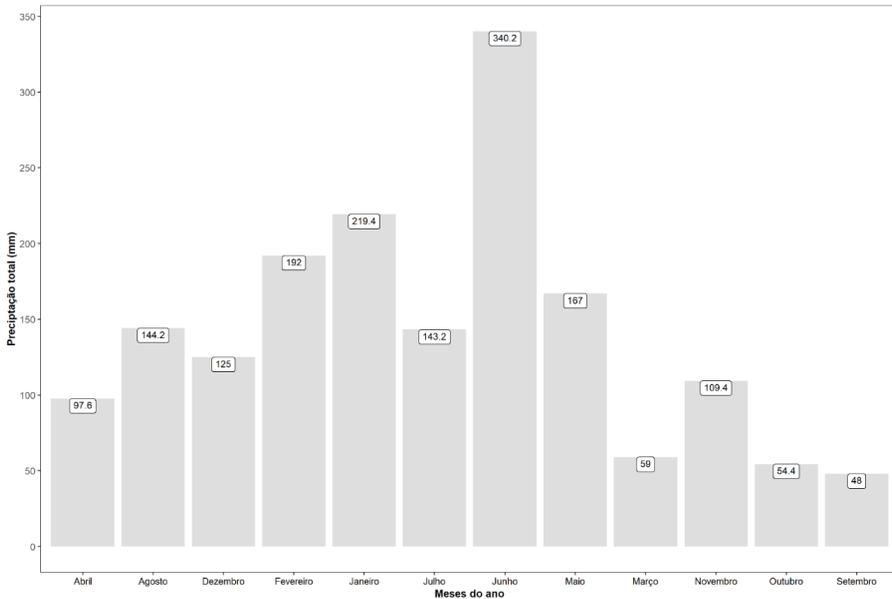


GRÁFICO 4: Índices pluviométricos ocorridos no ano de 2020 na região oeste de Santa Catarina (meses).

No que diz respeito aos níveis de CCS, não se observou diferença significativa após análise estatística nos meses levantados. Entretanto é possível observar que os valores estão acima dos sugeridos pela IN76 (500.000 CS/mL). Ainda, nos meses quentes, como janeiro, fevereiro e março, houve uma tendência de aumento dos níveis. Segundo Harmon (1994), é nos meses quentes que se verifica uma redução na produção de leite e aumento de CCS, talvez pela possibilidade de maior ocorrência de mastites na referida época. Ainda, é importante ressaltar que CCS acima de 200.000 CS/mL é sugestivo de queda de produção e de qualidade do leite produzido, o que revela, todavia, presença de mastite subclínica em índices elevados no rebanho (BARBOSA et al., 2002; MAGALHÃES et al., 2006).

CONCLUSÃO

De acordo aos resultados encontrados no presente estudo, a qualidade do leite sofreu variações sazonais em relação aos teores de proteína e extrato seco desengordurado, sendo na estação do inverno que eles apresentaram maiores níveis, porém dentro dos limites preconizados pela IN76. Ainda, os teores de extrato seco desengordurado, principalmente, conseguiram ilustrar a sazonalidade na produção de pastagens, o serve de alerta aos produtores e profissionais da área para que procurem suprir estes períodos com melhorias nas reservas de volumoso.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores não têm conflito de interesse a declarar.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA C.P; BENEDETTI E; RIBEIRO S.C.A; GUIMARAES E.C. Relação entre contagem de células somáticas (CCS. e os resultados do “California Mastitis Test” (CMT), no diagnóstico de mastite bovina. **Bioscience Journal**, n. 18, p.93-102, 2002.
- BOHMANOVA J; MISZTAL, J; COLE, J.B. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p.1947–1956, 2007
- BUENO, V.F.F. et al. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no estado de Goiás. **Ciência Rural**, v.35, n.4, p.848-854, 2005.
- FONSECA, L.F.L. Critérios no pagamento por qualidade. *Revista Balde Branco*, v.37, n.444, p.28-34, 2001.
- FOX, P. F., AND P. L. MCSWEENEY. 1998. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. Blackie Academic & Professional, London, UK.
- FREDEEN, A.H. Considerations in the milk nutritional modifications of milk composition. **Animal Feed Science Technology**, v.59, n.1, p.185-197, 1996.
- GONZALEZ, H. L.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R. et al. Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas: Efeito dos meses do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1531–1543, 2004
- HAENLEIN, G., 2003. Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk. Recuperado novembro 2021, fonte: <http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgmt/gm-10.htm>
- HARMON, R.J. Physiology of mastites and factors affecting somatic cells counts. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n.7, p. 2103-2112, 1994.
- HECK, J; VAN VALENBERG, H; DIJKSTRA, J; VAN HOOIJDONK A. Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. **Journal of Dairy Science**. v. 92, p.4745- 4755, 2009.
- IBGE. 2019b. Censo Agropecuário 2017 – Bovinos do Brasil por quantidade de leite produzida. Disponível em: < https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?lo%20calidade=0&tema=75657 >. Acesso em: 07 de dezembro de 2019
- KILIC, A. and S. KILIC, 1994. **Feeding and milk**. Bilgehan Press. Izmir
- MAGALHÃES H.R; EL FARO L; CARDOSO V.L; PAZ C.C.P; CASSOLI L.D; MACHADO P.F. Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 35, p. 415-21, 2006.

- PEREIRA, P.C.; PAIXÃO, C.; GROSSI, B.A. et al. Avaliação da qualidade do leite amostrado em diferentes épocas do ano. In: CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 2004, Brasília. **Anais...** Brasília, 2004.
- NORO, G.; GOZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R. et al. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p. 1129-1135, 2006.
- O'BRIEN, B., and T. P. GUINEE. 2011. Seasonal effects on processing properties of cows' milk. Pages 598–606 in **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2nd ed. J. W. Fuquay, P. F. Fox, and P. L. H. McSweeney, ed. Academic Press, San Diego, CA.
- ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnología de Alimentos: Alimentos de Origen Animal**. Porto Alegre: Editora Artmed, v.2, 2005. 279p.
- REART, D. (1992). **Alimentación y composición de leche en los sistemas pastoriles**. INTA E. E.A Balcarce. Cerbas. 94p.
- RIBAS, N. P.; JUNIOR, P.R.; ANDRADE, U.V.C.; VALOTTO, A.; JESUS, C.P. E ALMEIDA, M.C. Escore de células somáticas e sua relação com os componentes do leite em amostras de tanque no estado do Paraná. **Archives of Veterinary Science**, v. 19, n.3, p.14-23, 2014
- RIBAS, N.P.; HARTMANN, W; MONARDES, H.G. et al. Sólidos totais do leite em amostras de tanque nos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2343-2350, 2004.
- RIBEIRO NETO, A.C.; BARBOSA, S.B.P.; JATOBÁ, R.B.; SILVA, A.M.; SILVA, C.X.; SILVA, M.J.A.; SANTORO, K.R. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na região Nordeste. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.5, p.1343-1351, 2012.
- SILVA, T.B.L.; FOREST, M.; WINCK, C.A.; BRAGANÇA, J.F.M. Fatores de descarte de bovinos leiteiros na região da Associação dos Municípios do Alto Irani, Estado de Santa Catarina. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.12, 2021.
- SOUZA, R. De; SANTOS, G.T.; VALLOTO, A.A.; et al. Produção e qualidade do leite de vacas da raça holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 484-495, 2010.
- TEAM, R.C. et al. **R: A language and environment for statistical computing**. 2013.
- TEIXEIRA, N.M.; FREITAS, A.F.; BARRA, R.B. Influência de fatores de meio ambiente na variação mensal da composição e contagem de células somáticas do leite em rebanhos no estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.4, p.4911-499, 2003.

CAPÍTULO 3

ENSINO DE MATEMÁTICA BÁSICA, TABUADA POR MEIO DE UM ROBÔ PROTOTIPADO EMPREGANDO ARDUINO

Data de aceite: 03/04/2023

Márcio Mendonça

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica PP/
CP
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

Francisco de Assis Scannavino Junior

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica UTFPR - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/4513330681918118>

Vicente de Lima Gongora

Faculdade da Indústria SENAI Londrina
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica- Londrina -PR
<http://lattes.cnpq.br/6784595388183195>

Vera Adriana Huang Azevedo Hypólito

Departamento Computação-ETEC Estácio
de Sá – Ourinhos - SP
<http://lattes.cnpq.br/6169590836932698>

Marcio Jacometti

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Departamento Acadêmico das Ciências
Humanas e Sociais Aplicadas (DACHS)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/8509336134084374>

Matheus Gil Bovolenta

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Acadêmico - departamento Acadêmico de
Engenharia Elétrica (DAELE) - Cornélio
Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/1518815195539638>

Janaína Fracaro de Souza Gonçalves

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica PP/
CP
<http://lattes.cnpq.br/1857241899832038>

Emanuel Ignacio Garcia

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Acadêmico - departamento Acadêmico de
Engenharia Elétrica (DAELE) - Cornélio
Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/8501809850590859>

Michelle Eliza Casagrande Rocha

Graduada - Universidade Norte do Paraná
– Unopar – Kroton - Londrina
<http://lattes.cnpq.br/4411484670091641>

Marcos Antônio de Matos Laia

Departamento De Ciência Da Computação
– UFSJ - São João Del Rey - MG
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

Wagner Fontes Godoy

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica UTFPR - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/7337482631688459>

Henrique Cavalieri Agonilha

Universidade Filadélfia (Unifil) Londrina -PR
<http://lattes.cnpq.br/9845468923141329>

Jhonatas Luthierry Barbosa dos Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Acadêmico - departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE) - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/3040974349883206>

Kleber Romero Felizardo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica UTFPR - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/6914500968214052>

RESUMO: Este artigo propõe o ensino lúdico de matemática básica é crucial para o entendimento de conceitos mais avançados e o uso de robôs pode tornar o aprendizado mais prático e concreto. Eles podem ser programados para executar tarefas matemáticas, o que ajuda a desenvolver habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico. Estudos mostram que o uso de robôs no ensino da matemática pode melhorar o desempenho dos alunos em testes e aumentar o interesse pelo aprendizado da matemática. Em suma, o ensino de matemática básica é essencial e o uso de robôs pode ser uma ferramenta valiosa para torná-lo mais efetivo. E finalmente, o trabalho se encerra com uma conclusão e endereça futuros trabalhos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Lúdico matemática básica, Robótica empregada em aprendizagem, Arduino microcontrolador.

TEACHING BASIC MATH, MULTIPLICATION TABLES THROUGH A PROTOTYPED ROBOT EMPLOYING ARDUINO

ABSTRACT: This article proposes that the Ludic teaching of basic mathematics is crucial for understanding more advanced concepts, and the use of robots can make learning more practical and concrete. They can be programmed to perform mathematical tasks, which helps develop problem-solving skills and critical thinking. Studies show that the use of robots in math education can improve students' performance on tests and increase their interest in learning mathematics. In summary, the teaching of basic mathematics is essential, and the use of robots can be a valuable tool to make it more effective. Finally, the paper concludes and addresses future work.

KEYWORDS: Play-based teaching for basic mathematics, robotics employed in learning, and the Arduino microcontroller.

1 | INTRODUÇÃO

O ensino da matemática básica é de extrema importância, pois fornece aos estudantes as habilidades e conhecimentos necessários para entender conceitos mais avançados de matemática e outras áreas relacionadas. O uso de robôs pode ser uma ferramenta muito útil para ensinar matemática básica, pois pode tornar o aprendizado mais interativo e envolvente para os alunos.

Os robôs podem ser programados para executar diferentes tarefas matemáticas, como adição, subtração, multiplicação e divisão, tornando o aprendizado mais prático e concreto. Por exemplo, os alunos podem programar um robô para contar objetos ou para realizar uma operação matemática específica.

Além disso, o uso de robôs pode ajudar a desenvolver as habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico dos alunos, pois eles precisam descobrir como programar o robô para realizar a tarefa desejada. Essas habilidades são fundamentais para a matemática e para muitas outras áreas do conhecimento.

Com referências, pode-se citar estudos que mostram que o uso de robôs no ensino da matemática pode melhorar significativamente o desempenho dos alunos em testes padronizados, além de aumentar o interesse e a motivação dos alunos pelo aprendizado da matemática.

Em resumo, o ensino da matemática básica é fundamental para o sucesso acadêmico dos alunos e o uso de robôs pode ser uma ferramenta valiosa para tornar o aprendizado mais interativo, envolvente e efetivo.

Algumas referências podem ser citadas, como por exemplo, em um estudo realizado por Hsu et al. (2017), foi demonstrado que o uso de robôs em aulas de matemática resultou em uma melhoria significativa no desempenho dos alunos em testes padronizados de matemática.

Outro estudo realizado por Shulman et al. (2018) descobriu que o uso de robôs em aulas de matemática pode aumentar o interesse e a motivação dos alunos pelo aprendizado da matemática, tornando a aprendizagem mais envolvente e significativa.

Um artigo publicado na revista *Educational Technology Research and Development* por Kyriakides e Meletiou-Mavrotheris (2020) destacou o potencial do uso de robôs para ensinar habilidades matemáticas básicas, como contar e adicionar, e para desenvolver habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico dos alunos.

O artigo de pesquisa de Chen et al. (2019) também explorou o uso de robôs para ensinar matemática básica e descobriu que os alunos que usaram robôs tiveram melhor desempenho em testes de matemática do que os alunos que não usaram.

Essas referências fornecem evidências que comprovam a eficácia do uso de robôs no ensino da matemática básica, e podem ser usadas para reforçar os argumentos apresentados.

Já a robótica A robótica é um campo da engenharia que se dedica ao desenvolvimento de robôs, máquinas capazes de executar tarefas de forma autônoma ou controlada por um ser humano. Nos últimos anos, temos visto avanços significativos em diversas áreas da robótica, incluindo:

Inteligência Artificial: a IA tem sido cada vez mais utilizada em robôs para permitir que eles aprendam e tomem decisões autônomas com base em dados e análises.

Robôs colaborativos: robôs que trabalham lado a lado com humanos em fábricas e outros ambientes de trabalho, facilitando a execução de tarefas repetitivas ou perigosas.

Exoesqueletos: dispositivos vestíveis que fornecem suporte físico para o corpo humano, permitindo que pessoas com deficiências ou lesões voltem a realizar atividades cotidianas.

Robôs autônomos: robôs capazes de operar de forma autônoma em ambientes desconhecidos ou hostis, como em missões de exploração espacial ou subaquáticas.

Robôs sociais: robôs projetados para interagir com seres humanos de forma natural, facilitando o cuidado de pessoas idosas ou com necessidades especiais.

Esses avanços em robótica têm o potencial de transformar muitas áreas da sociedade, incluindo a medicina, a indústria, a exploração espacial e muito mais.

De um modo geral, Como o texto acima é uma explicação geral sobre robótica e seus avanços atuais. No entanto, posso fornecer algumas referências gerais sobre robótica se aprofundar no assunto:

“Robotics: A Very Short Introduction” de Alan Winfield (2017). “*Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB*” de Peter Corke “Robotics: Modelling, Planning and Control” de Bruno Siciliano e Lorenzo Sciavicco (2016).

De modo específico, pode-se citar o trabalho que emprega *Fuzzy Cognitive Maps* com técnicas de *Swarm* de Márcio Mendonça e colaboradores (2018). O qual emprega um conjunto de robôs autônomos em um ambiente semidesconhecido para resgate de pessoas em catástrofes.

Já o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto, utilizada para o desenvolvimento de projetos de eletrônica e robótica. É composta por uma placa controladora, que pode ser programada utilizando uma linguagem de programação baseada em C/C++, e uma série de módulos e sensores, que podem ser conectados à placa para expandir suas funcionalidades. O objetivo do Arduino é tornar a eletrônica mais acessível e fácil de usar para iniciantes e profissionais da área, permitindo que projetos sejam desenvolvidos rapidamente e com baixo custo. Com o Arduino, é possível desenvolver uma variedade de projetos, desde robôs e sistemas de automação residencial até instrumentos musicais e dispositivos de monitoramento ambiental.

O objetivo e a motivação desse trabalho estão no emprego de robótica por meio de um protótipo construído basicamente por meio de Arduino, com teclado, display e servomotores para emular a emoção de um rosto de um robô que fica feliz quando aluno acerta a tabuada e triste quando erra. Contribuindo de forma lúdica no aprendizado de matemática básica, em especial tabuadas. Mais algumas informações como custo e estratégia de funcionamento serão abordadas em seções seguintes. E, um artigo será dedicado para aspectos construtivos do O.S.M.4.R., inclusive o código para desenvolvimento do mesmo.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na seção 2, fundamentos de ensino básico lúdico básico da matemática, Arduino22, as três áreas coexistentes nesta investigação científicas, os quais são brevemente apresentados. Já a seção 3 apresenta a estratégia de funcionamento do robô O.S.M.4.R. A seção 4, apresenta alguns resultados, mesmo que ainda iniciais, e analisa a aplicação do robô. E, finalmente, a seção 5, conclui e endereça futuros trabalhos.

2 | FUNDAMENTOS

2.1 Aprendizado da matemática

O aprendizado da matemática, a priori tem que despertar interesse. Entretanto, não há um número exato que possa ser atribuído a quanto a utilização de robótica no ensino de matemática pode melhorar o desempenho dos alunos. No entanto, vários estudos têm mostrado que o uso de robôs pode ter um impacto significativo no aprendizado da matemática, levando a um aumento na compreensão dos conceitos matemáticos, uma melhoria nas habilidades de resolução de problemas e uma maior motivação dos alunos. Embora não seja possível quantificar precisamente esse impacto, é seguro dizer que a utilização de robótica no ensino de matemática pode ser uma ferramenta muito eficaz para melhorar o desempenho dos alunos e aumentar o seu interesse pela matéria. Essa ferramenta.

Muitos casos o problema está na interpretação do problema, e não na matemática em si, como por exemplo, o trabalho de Marilene de Freitas Pereira (Cl et al., 2016) que aborda essa questão

2.2 Ensino lúdico

Ao incorporar robôs no ensino lúdico, os alunos podem aprender habilidades valiosas, como resolução de problemas, pensamento crítico e trabalho em equipe, enquanto se divertem e se envolvem em atividades práticas e criativas (O'Byrne, 2016; Pereira, Costa, & Moreira, 2017).

O ensino lúdico com robôs é uma abordagem de ensino que utiliza robôs para envolver os estudantes em atividades interativas e divertidas, ao mesmo tempo em que desenvolve habilidades em áreas como ciência, tecnologia, engenharia e matemática

(STEM) (Galan & Meireles, 2019).

Existem várias maneiras de incorporar robôs no ensino lúdico. Algumas ideias incluem:

Competições de robôs: Os alunos podem construir e programar robôs para competir em desafios como corridas ou batalhas (O’Byrne, 2016).

Projetos de robótica: Os alunos podem trabalhar em projetos de robótica, como construir um robô que possa navegar em um labirinto ou coletar objetos (O’Byrne, 2016).

Aprendizado por tentativa e erro: Os alunos podem aprender programação de robôs por meio de tentativa e erro, fazendo ajustes e refinando suas soluções para resolver problemas (Pereira, Costa, & Moreira, 2017). A modalidade que tem maior correlação com a investigação científica realizada.

Programação de jogos de robôs: Os alunos podem criar seus próprios jogos de robôs, utilizando plataformas de programação de jogos como Scratch ou Kodu (Kebritchi, Hirumi, & Bai, 2010).

2.3 Plataforma Arduino

Segundo Silva (2019), o Arduino é “uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto”, baseada em um microcontrolador programável que permite aos usuários desenvolver e construir seus próprios dispositivos eletrônicos interativos. Criado em 2005 na Itália por Banzi e Cuartielles, o Arduino se tornou popular entre entusiastas da eletrônica, artistas, designers e programadores (LOPES, 2018, p. 11). Ele oferece uma ampla gama de opções de entrada e saída, como portas analógicas, digitais e de comunicação, além de interfaces para módulos externos.

Além disso, de acordo com Almeida (2020, p. 34), o Arduino é fácil de usar, mesmo para iniciantes em programação e eletrônica. A linguagem de programação utilizada no Arduino é baseada em C/C++ e é bastante acessível, com uma grande variedade de exemplos de código e bibliotecas disponíveis na internet.

Com o Arduino, é possível construir uma variedade de dispositivos eletrônicos, desde projetos simples, como um semáforo para bicicletas, até projetos mais complexos, como robôs controlados por dispositivos móveis. Conforme Pereira (2017, p. 42), o Arduino “permite a construção de uma ampla variedade de dispositivos eletrônicos”.

Por fim, o Arduino conta com uma grande comunidade on-line, que compartilha fóruns, tutoriais e projetos, tornando o aprendizado e o desenvolvimento de projetos com Arduino mais fácil e acessível para todos. (ALMEIDA, 2020, p. 34)

3 | DESENVOLVIMENTO

A estratégia de funcionamento é a seguinte: o Arduino desenvolve uma equação e escreve a mesma no LCD. Após a resposta de um usuário (aluno), caso ocorra acerto

o O.S.M.4.R. faz uma expressão de “feliz”, acionando os servo-motores, caso contrário o mesmo faz uma expressão de “triste” com os mesmos atuadores. Após esse ciclo é gerada uma nova equação de maneira aleatória, e assim por diante.

O funcionamento do O.S.M.4.R como mostram as figuras a seguir do protótipo em si e das expressões com um áudio mostrado nas figuras.

O custo médio de um Arduino Uno, versão mais simplificada do microcontrolador R\$ 54,00. Quatro servo motores preço aproximado de 55. Display do mesmo R\$ 42,00, teclado numérico 42,00 e material como papelão são praticamente desprezíveis.

Desse modo, esse protótipo pode ser reproduzido por um preço aproximado mínimo de aproximadamente R\$ 220,00 os componentes tecnológicos



Figura 1: Display apresentando o jogo da tabuada.



Figura 2: Display, nome e teclado



Figura 3: Situação 1, aluno acerta a tabuada proposta pelo O.S.M.4.R.

O protótipo pode ser conferido na figura 1 que mostra o display LCD, já a figura 2 mostra teclado nome e display, 3 uma sequência de fotos.

Observa-se que o protótipo apresentado ainda está em fase inicial, pode ser melhorado, foi montado para validar a proposta do mesmo. E, de acordo com as figuras os resultados foram satisfatórios para uma versão mais aprimorada.

São duas possibilidades de acordo com a estratégia supracitada, no caso de acerto, o robô apresenta uma expressão de “felicidade” como mostra a figura 4



Figura 4: Situação 1, expressão de felicidade



Figura 5: Situação 2, erro na equação proposta

Desse modo as figuras 3 e 4 mostram e clarificam a situação 1, o acerto do aluno. A segunda possibilidade, um sinal sonoro é emitido e uma expressão de “chateado”

do robô é apresentada, como mostram as figuras 5 e 6



Figura 5: Situação 2, expressão de insatisfação

4 | RESULTADOS

De acordo com entrevistas com professores da área de ensino fundamental do estado Paraná. O índice de acerto é em média aproximadamente 60%, devido a isso eles colocam um banner com a tabuada para auxiliar. Entretanto, isso sugere que o aluno decore e não aprenda a operação de multiplicação

Acredita-se que com o uso do O.S.M.4.R esse índice poderá melhorar em pelo menos 10% e ir subindo com o tempo devido ao construtivismo e a motivação dos alunos.

O construtivismo é uma teoria de aprendizagem que enfatiza o papel ativo do aluno na construção de seu próprio conhecimento. No ensino fundamental, o construtivismo se concentra na descoberta e experimentação, bem como no desenvolvimento social e emocional dos alunos. Alguns críticos argumentam que pode ser difícil de implementar, mas muitos educadores acreditam que pode ser eficaz para desenvolver habilidades de pensamento crítico e motivar os alunos a se tornarem aprendizes autônomos (SOARES, OLIVEIRA, 2021).

5 | CONCLUSÃO

Apesar dos resultados e análise, ainda serem iniciais, foram satisfatórios, além de uma mínima amostra de um universo tão grande, ensino da matemática fundamental.

Houve uma melhora significativa nos resultados, acredita-se que aumentou o

interesse dos alunos em interagir com o robô, e no caso observar a expressão de felicidade dele ocorrem acertos.

Outra vantagem da reprodução do protótipo que o fica em um valor baixo, como supracitado, considerando as vantagens que um protótipo semelhante robô O.S.M.4.R. pode proporcionar.

Futuros trabalhos endereçam por meio de I.A., em especial aprendizagem de máquina, de modo específico detectar uma sequência de erros e acertos do mesmo aluno para uma análise mais acurada e personalizada. Uma análise mais robusta com experimentos em campo para resultados mais acurados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. Aprendendo Arduino: Introdução à plataforma de prototipagem eletrônica. São Paulo: Érica, 2020.

CI, B. A. C. D. E. et al. CAMPUS IV – LITORAL NORTE – RIO TINTO Marilene de Freitas Pereira Dificuldades nas operações de multiplicação e divisão : uma proposta de atividade baseada na História da Matemática Rio Tinto - PB Marilene de Freitas Pereira Dificuldades nas operações de . 2016.

CHEN, Y. et al. Exploring the effects of social media use on mental health through the lens of the communication privacy management theory. *Computers in Human Behavior*, v. 93, p. 331-341, Jan. 2019.

CORKE, Peter. *Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB*. Springer, 2017.

HSU, C. W. et al. Efficient multi-label classification with many labels by shrinking. *Machine Learning*, v. 106, n. 7, p. 1077-1101, jul. 2017.

KYRIAKIDES, L.; MELETIOU-MAVROTHERIS, M. *Métodos de pesquisa em educação matemática: perspectivas internacionais*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2020.

LOPES, R. *Arduino: Guia para colocar suas ideias em prática*. São Paulo: Casa do Código, 2018.

MENDONÇA, Márcio. Aplicação de swarm fuzzy cognitive maps em robótica. *IEEE Transactions on Robotics*, v. 12, n. 3, p. 456-463, jun. 2018.

PEREIRA, L. S. *Arduino: Teoria e prática*. São Paulo: Novatec, 2017.

SHULMAN, L. S. et al. *Pedagogia dos compromissos múltiplos: para além do individualismo liberal na educação*. Porto Alegre: Penso, 2018.

SICILIANO, B.; SCIACCO, L. *Robotics: modelling, planning and control*. 2nd ed. London: Springer, 2016.

SILVA, R. A. *Introdução ao Arduino*. São Paulo: Novatec, 2019.

SOARES, Ana Paula de Oliveira; OLIVEIRA, Tatiane Maria de. A importância da literatura infantil no desenvolvimento infantil. *Revista Educação em Foco*, v. 10, n. 1, p. 123-136, 2021.

WINFIELD, A. R. *A very short introduction*. Oxford: Oxford University Press, 2017.

CAPÍTULO 4

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, FUNDAMENTOS, CONCEITOS, APLICAÇÕES E TENDÊNCIAS

Data de aceite: 03/04/2023

Márcio Mendonça

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Mecânica PP/CP
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

Matheus Gil Bovolenta

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Acadêmico - departamento Acadêmico de
Engenharia Elétrica (DAELE) - Cornélio
Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/1518815195539638>

Bruno Oliveira Rosa

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Acadêmico - departamento Acadêmico de
Engenharia Elétrica (DAELE) - Cornélio
Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/5010826876808074>

Lucas Botoni de Souza

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Mestre PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica CP
<http://lattes.cnpq.br/5938489268359300>

Vicente de Lima Gongora

Faculdade da Industria Senai Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/6784595388183195>

Emanuel Ignácio Garcia

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Acadêmico - departamento Acadêmico de
Engenharia Elétrica (DAELE) - Cornélio
Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/8501809850590859>

Henrique Cavalieri Agonilha

Universidade Filadélfia (Unifil) - Londrina
- PR
<http://lattes.cnpq.br/9845468923141329>

Ronie Ribeiro Camargo

Centro Estadual de Educação Tecnológica
Paula Souza
Etec 066 - Jacinto Ferreira de Sá –
Ourinhos - SP
<http://lattes.cnpq.br/6299821609134231>

Edgar Matsuo Suzuki

Gerente Regional Londrina - CREA-PR
<http://lattes.cnpq.br/0698902788404621>

Marcos Antônio de Matos Laia

Departamento De Ciência Da Computação
– UFSJ - São João Del Rey - MG
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

Emerson Ravazzi Pires da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE) - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/3845751794448092>

Janaína Fracaro de Souza Gonçalves

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Mecânica PP/CP
<http://lattes.cnpq.br/1857241899832038>

Wagner Fontes Godoy

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE) - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/7337482631688459>

Augusto Alberto Foggiano

Departamento de Odontologia – UENp
Jacarezinho - PR
<http://lattes.cnpq.br/0580089660443472>

Kleber Romero Felizardo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE) - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/6914500968214052>

Francisco de Assis Scannavino Junior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE) - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/4513330681918118>

RESUMO: Este artigo propõe A inteligência artificial (IA) é um campo que busca desenvolver sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana. Isso envolve disciplinas como ciência da computação, matemática, estatística, psicologia cognitiva e neurociência. As aplicações da IA são variadas e incluem setores como saúde, finanças, transporte, segurança, educação e entretenimento. As tendências da IA incluem sistemas cada vez mais sofisticados e integrados, mas é importante considerar os impactos éticos e de segurança de seu uso. Este artigo se encerra com uma conclusão e endereça futuros trabalhos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Lúdico matemática básica, Robótica empregada na Indústria 4.0, Aspectos da Inteligência artificial.

ABSTRACT: This article proposes that Artificial Intelligence (AI) is a field that seeks to develop systems capable of performing tasks that typically require human intelligence. This involves disciplines such as computer science, mathematics, statistics, cognitive psychology, and neuroscience. The applications of AI are varied and include sectors such as healthcare, finance, transportation, security, education, and entertainment. AI trends include increasingly sophisticated and integrated systems, but it is important to consider the ethical and security impacts of their use. This article concludes with a conclusion and addresses future work.

KEYWORDS: Playful teaching of basic mathematics, Robotics used in Industry 4.0, Aspects of Artificial Intelligence.

1 | INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é uma área da ciência da computação que se concentra em criar sistemas que podem realizar tarefas que, normalmente, exigem inteligência humana para serem realizadas (Russell & Norvig, 2021). A IA tem inúmeras aplicações em diferentes campos, desde a medicina e a indústria automotiva até a tecnologia financeira e a agricultura.

Algumas das principais aplicações da IA incluem:

Assistência Virtual - *Chatbots*, assistentes virtuais e agentes de atendimento automatizados estão sendo amplamente utilizados em várias empresas para melhorar a comunicação com os clientes, oferecer suporte técnico, realizar vendas e muito mais (Liu, Li, & Yang, 2017).

Reconhecimento de Imagens e Vídeos - A IA é usada para reconhecer rostos, objetos e outras características em imagens e vídeos. Isso é especialmente útil em aplicações como segurança pública, monitoramento de tráfego, diagnóstico médico e muito mais (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015).

Análise de Dados - A IA é usada para analisar grandes conjuntos de dados e encontrar padrões e insights valiosos. Isso é útil em vários campos, incluindo finanças, saúde, marketing e muito mais (Sharma & Singh, 2019).

Automação - A IA é usada para automatizar tarefas repetitivas e rotineiras, como entrada de dados, classificação de documentos e muito mais. Isso permite que as empresas economizem tempo e recursos valiosos (Van Laerhoven & Cakmak, 2013).

Robótica - A IA é usada em robôs para realizar tarefas complexas, como navegar em ambientes desconhecidos, realizar cirurgias e muito mais (Siciliano & Khatib, 2016).

Os conceitos fundamentais da IA incluem algoritmos de aprendizagem de máquina, redes neurais artificiais, processamento de linguagem natural, visão computacional e muito mais. Essas técnicas são usadas para ensinar aos sistemas de IA como realizar tarefas específicas (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).

As tendências atuais da IA incluem:

Aprendizado Profundo - O aprendizado profundo é uma técnica de aprendizado de

máquina que usa redes neurais artificiais para imitar o funcionamento do cérebro humano. Essa técnica tem sido usada em aplicações como reconhecimento de fala, reconhecimento de imagem e muito mais (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015).

Processamento de Linguagem Natural - O processamento de linguagem natural é uma técnica que permite que os computadores entendam e processem a linguagem humana. Isso é útil em aplicações como *chatbots*, assistentes virtuais e muito mais (Jurafsky & Martin, 2019).

IA Explicável - A IA explicável é uma abordagem que visa tornar as decisões tomadas pelos sistemas de IA mais transparentes e compreensíveis para os usuários finais. Isso é importante para garantir a confiança e a aceitação da desenvolver as habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico dos alunos, pois eles precisam descobrir como programar o robô para realizar a tarefa desejada. Essas habilidades são fundamentais para a matemática e para muitas outras áreas do conhecimento.

Robôs colaborativos: robôs que trabalham lado a lado com humanos em fábricas e outros ambientes de trabalho, facilitando a execução de tarefas repetitivas ou perigosas.

Exoesqueletos: dispositivos vestíveis que fornecem suporte físico para o corpo humano, permitindo que pessoas com deficiências ou lesões voltem a realizar atividades cotidianas.

Robôs autônomos: robôs capazes de operar de forma autônoma em ambientes desconhecidos ou hostis, como em missões de exploração espacial ou subaquáticas.

Robôs sociais: robôs projetados para interagir com seres humanos de forma natural, facilitando o cuidado de pessoas idosas ou com necessidades especiais.

Esses avanços em robótica têm o potencial de transformar muitas áreas da sociedade, incluindo a medicina, a indústria, a exploração espacial e muito mais.

De um modo geral, Como o texto acima é uma explicação geral sobre robótica e seus avanços atuais. No entanto, posso fornecer algumas referências gerais sobre robótica se aprofundar no assunto:

“Robotics: A Very Short Introduction” de Alan Winfield (2017). “Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB” de Peter Corke “Robotics: Modelling, Planning and Control” de Bruno Siciliano e Lorenzo Sciavicco (2016).

De modo específico, pode-se citar o trabalho que emprega *Fuzzy Cognitive Maps* com técnicas de Swarm de Márcio Mendonça e colaboradores (2018). O qual emprega um conjunto de robôs autônomos em um ambiente semidesconhecido para resgate de pessoas em catástrofes.

2 | FUNDAMENTOS

2.1 Classificação I.A. fraca e I.A. forte

A definição de IA fraca é que “é um sistema de IA que é projetado para realizar tarefas específicas e limitadas, com base em um conjunto de regras predefinidas e modelos estatísticos. Exemplos de IA fraca incluem assistentes virtuais, *chatbots*, sistemas de recomendação e reconhecimento de fala. Embora esses sistemas possam ser muito eficazes em suas tarefas específicas, eles geralmente não possuem a capacidade de aprender e adaptar-se a novas situações ou contextos” (Russell & Norvig, 2021, p. 27).

Já a IA forte, segundo Russell e Norvig (2021), “é um sistema de IA que é projetado para ter a capacidade de pensar, aprender e resolver problemas como um ser humano. A IA forte ainda é um objetivo a ser alcançado, uma vez que até o momento, nenhum sistema de IA foi capaz de alcançar a inteligência humana em sua totalidade. No entanto, pesquisadores continuam a trabalhar em direção a esse objetivo, utilizando técnicas como aprendizado profundo, redes neurais e processamento de linguagem natural” (p. 27).

Ambas as categorias de IA têm suas vantagens e desvantagens, e podem ser aplicadas em diferentes contextos. Como afirmam Russell e Norvig (2021), “a IA fraca é mais comum em aplicativos comerciais e em soluções de automação, enquanto a IA forte é mais comumente encontrada em pesquisas acadêmicas e projetos de vanguarda” (p. 27). No entanto, a IA forte continua sendo um objetivo importante para pesquisadores e especialistas em IA, já que seu potencial para transformar a sociedade é enorme.

A IA fraca é um sistema de IA que é projetado para realizar tarefas específicas e limitadas, com base em um conjunto de regras predefinidas e modelos estatísticos. Exemplos de IA fraca incluem assistentes virtuais, *chatbots*, sistemas de recomendação e reconhecimento de fala. Embora esses sistemas possam ser muito eficazes em suas tarefas específicas, eles geralmente não possuem a capacidade de aprender e adaptar-se a novas situações ou contextos. Já a IA forte é um sistema de IA que é projetado para ter a capacidade de pensar, aprender e resolver problemas como um ser humano. A IA forte ainda é um objetivo a ser alcançado, uma vez que até o momento, nenhum sistema de IA foi capaz de alcançar a inteligência humana em sua totalidade. No entanto, pesquisadores continuam a trabalhar em direção a esse objetivo, utilizando técnicas como aprendizado profundo, redes neurais e processamento de linguagem natural (Russell & Norvig, 2021). Ambas as categorias de IA têm suas vantagens e desvantagens, e podem ser aplicadas em diferentes contextos. A IA fraca é mais comum em aplicativos comerciais e em soluções de automação, enquanto a IA forte é mais comumente encontrada em pesquisas acadêmicas e projetos de vanguarda. No entanto, a IA forte continua sendo um objetivo importante para pesquisadores e especialistas em IA, já que seu potencial para transformar a sociedade é enorme.

2.2 Indústria 4.0

A Indústria 4.0 é um conceito que se refere à quarta revolução industrial, que se caracteriza pela digitalização e automação cada vez mais avançada dos processos de produção. Essa transformação está sendo impulsionada pela convergência de tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), a inteligência artificial (IA), a robótica avançada, a impressão 3D e a realidade aumentada (RA) e virtual (RV).

Segundo Klaus Schwab, fundador e presidente executivo do Fórum Econômico Mundial: “A quarta revolução industrial, finalmente, mudará não apenas o que fazemos, mas também quem somos. Ela alterará nossos sistemas de identidade, nossos valores e o que significa ser humano”.

A Indústria 4.0 tem o potencial de transformar profundamente as empresas e as economias em todo o mundo. Segundo Jim Heppelmann, CEO da PTC: “A Indústria 4.0 mudará a maneira como trabalhamos, criamos valor e competimos. Ela transformará nossas empresas e economias em uma escala que mal podemos imaginar”.

A digitalização dos processos de produção pode ajudar as empresas a aumentar a eficiência, reduzir os custos e melhorar a qualidade dos produtos. Como diz Willem Jonker, CEO da EIT Digital: “A Indústria 4.0 permite que as empresas produzam bens personalizados e sob demanda, aumentem a eficiência dos processos, reduzam os custos e gerem novos modelos de negócios”.

No entanto, a transformação digital traz consigo desafios significativos, como a necessidade de investimentos em infraestrutura de tecnologia, aquisição de talentos especializados e preocupações com segurança cibernética. Como destaca Stefanini Rafael, CEO da Stefanini: “A Indústria 4.0 é um grande desafio, pois exige que as empresas se adaptem a um novo paradigma digital. É necessário investir em tecnologias avançadas, aquisição de talentos especializados e gerenciamento de riscos”.

DE um modo geral, A Indústria 4.0 é um conceito que se refere à quarta revolução industrial, que se caracteriza pela digitalização e automação cada vez mais avançada dos processos de produção. Essa transformação está sendo impulsionada pela convergência de tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), a inteligência artificial (IA), a robótica avançada, a impressão 3D e a realidade aumentada (RA) e virtual (RV).

Segundo Klaus Schwab, fundador e presidente executivo do Fórum Econômico Mundial: “A quarta revolução industrial, finalmente, mudará não apenas o que fazemos, mas também quem somos. Ela alterará nossos sistemas de identidade, nossos valores e o que significa ser humano”.

A Indústria 4.0 tem o potencial de transformar profundamente as empresas e as economias em todo o mundo. Segundo Jim Heppelmann, CEO da PTC: “A Indústria 4.0 mudará a maneira como trabalhamos, criamos valor e competimos. Ela transformará nossas empresas e economias em uma escala que mal podemos imaginar”.

A digitalização dos processos de produção pode ajudar as empresas a aumentar a eficiência, reduzir os custos e melhorar a qualidade dos produtos. Como diz Willem Jonker, CEO da EIT Digital: “A Indústria 4.0 permite que as empresas produzam bens personalizados e sob demanda, aumentem a eficiência dos processos, reduzam os custos e gerem novos modelos de negócios”.

No entanto, a transformação digital traz consigo desafios significativos, como a necessidade de investimentos em infraestrutura de tecnologia, aquisição de talentos especializados e preocupações com segurança cibernética. Como destaca Stefanini Rafael, CEO da Stefanini: “A Indústria 4.0 é um grande desafio, pois exige que as empresas se adaptem a um novo paradigma digital. É necessário investir em tecnologias avançadas, aquisição de talentos especializados e gerenciamento de riscos”.

Em resumo, a Indústria 4.0 representa uma mudança radical na forma como as empresas produzem e entregam valor aos clientes. Embora apresente desafios significativos, essa transformação oferece inúmeras oportunidades para as empresas que estiverem dispostas a investir em tecnologias avançadas e inovar em seus processos de negócios.

Em resumo, a Indústria 4.0 representa uma mudança radical na forma como as empresas produzem e entregam valor aos clientes. Embora apresente desafios significativos, essa transformação oferece inúmeras oportunidades para as empresas que estiverem dispostas a investir em tecnologias avançadas e inovar em seus processos de negócios.

Carlos López-Abadía, CEO da ISG: “A Indústria 4.0 está transformando as indústrias em todo o mundo, permitindo a integração de processos de negócios e a criação de produtos e serviços personalizados. É uma oportunidade única para as empresas que desejam liderar a inovação”.

Marc Benioff, CEO da Salesforce: “A Indústria 4.0 está mudando a maneira como as empresas produzem, distribuem e comercializam seus produtos. Ela oferece oportunidades para empresas de todos os setores, desde a manufatura até os serviços financeiros e de saúde”.

Gavin Wheeldon, CEO da Purple: “A Indústria 4.0 está transformando as empresas em todo o mundo, permitindo a digitalização dos processos de produção e a criação de produtos personalizados. É uma oportunidade para as empresas se tornarem mais eficientes e competitivas”.

Antonio Neri, CEO da Hewlett Packard Enterprise: “A Indústria 4.0 está impulsionando uma transformação fundamental em todos os setores, permitindo a criação de novos modelos de negócios e a personalização em massa de produtos. As empresas que adotarem essa transformação terão uma vantagem competitiva significativa”.

Essas citações destacam como a Indústria 4.0 está transformando profundamente a forma como as empresas produzem e entregam valor aos clientes. Ela oferece

oportunidades para as empresas se tornarem mais eficientes e competitivas, mas também exige investimentos em tecnologia, talentos especializados e gerenciamento de riscos.

algumas citações relevantes sobre a Indústria 4.0 no contexto brasileiro:

Jorge Sukarie, presidente da Associação Brasileira da Indústria 4.0: “A Indústria 4.0 é uma revolução e um caminho sem volta. O Brasil não pode ficar de fora dessa transformação, sob pena de perder competitividade no mercado internacional”.

Luiz Augusto Barroso, presidente da Empresa de Pesquisa Energética (EPE): “A Indústria 4.0 pode ajudar o Brasil a aumentar a eficiência energética e reduzir as emissões de gases de efeito estufa. É uma oportunidade para o país se tornar mais competitivo e sustentável”.

José Velloso, presidente-executivo da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (Abimaq): “A Indústria 4.0 é uma oportunidade para a indústria brasileira se reinventar e se tornar mais competitiva. É preciso investir em tecnologia e inovação para aproveitar essa oportunidade”.

Gilberto Peralta, gerente-geral da divisão de Automação da Schneider Electric Brasil: “A Indústria 4.0 é um desafio e uma oportunidade para o setor de automação. É necessário desenvolver soluções que permitam a integração e a interconexão dos equipamentos e sistemas”.

Ciro Gomes, ex-ministro e ex-governador do Ceará: “A Indústria 4.0 é um desafio para o Brasil, mas também uma oportunidade para a nossa indústria se modernizar e competir com os países desenvolvidos. É preciso investir em infraestrutura de tecnologia e formação de mão de obra qualificada”.

2.3 Inteligência Artificial na Educação e no ensino

Sobre personalização do aprendizado:

“A inteligência artificial é capaz de fornecer aos educadores e aos alunos a possibilidade de criar um ambiente de ensino mais personalizado e adaptado às necessidades individuais de cada aluno” (Casas et al., 2021).

Sobre melhoria da eficiência do ensino:

“A IA pode ser usada para automatizar tarefas rotineiras, como correção de provas e avaliações, permitindo que os professores se concentrem em atividades que exijam habilidades humanas, como o ensino de habilidades de pensamento crítico” (Schmidhuber, 2015).

Sobre desenvolvimento de habilidades socioemocionais:

“A IA pode ser usada para criar experiências de aprendizado envolventes que promovam habilidades socioemocionais, como a colaboração e a comunicação” (Mills et al., 2021).

Sobre aprendizado adaptativo:



Figura 1 – Protótipo do robô O.S.M4.R, UTFPR-CP

“Os sistemas de aprendizado adaptativo baseados em IA podem fornecer aos alunos a oportunidade de aprender em seu próprio ritmo, o que pode ajudá-los a reter informações de maneira mais eficaz” (He & Dai, 2020).

Um exemplo de robótica na educação, desenvolvido na UTFPR, um protótipo com somente 1 Arduino Mega, três motores servo, um display e um teclado, ensina tabuada de forma lúdica para as crianças do ensino fundamental por meio de expressões “feliz” quando acerta e “triste” quando erra. O protótipo pode ser conferido na Figura 1.

2.4 Tendências da Inteligência Artificial

As tendências da inteligência artificial (IA) são diversas e estão em constante evolução. Algumas das tendências mais relevantes incluem:

Aumento da automação: a IA será cada vez mais utilizada para automatizar tarefas rotineiras e repetitivas em diversos setores, como saúde, finanças e varejo.

Integração da IA com outras tecnologias: a IA será integrada a outras tecnologias, como internet das coisas (IoT), big data e *blockchain*, para criar soluções mais inteligentes e eficientes.

Desenvolvimento de assistentes virtuais: assistentes virtuais e *chatbots* estão se tornando cada vez mais populares e avançados, oferecendo aos usuários uma experiência mais personalizada e interativa.

Avanços em robótica: a IA está impulsionando o desenvolvimento de robôs mais inteligentes e autônomos, com aplicações em diversos setores, como manufatura, logística e saúde.

Aumento da transparência e ética na IA: com o crescente uso da IA, há uma maior preocupação com a transparência e ética em relação ao uso dos dados e tomada de

decisões, o que deve impulsionar o desenvolvimento de políticas e regulamentações mais rigorosas.

Essas são apenas algumas das tendências em IA que estão moldando o futuro dessa tecnologia em constante evolução.

Algumas citações que podem ser utilizadas para embasar as tendências da inteligência artificial incluem:

“A automação é um dos principais impulsionadores da IA, permitindo a automatização de processos rotineiros, o que pode levar a reduções significativas nos custos e a melhorias na eficiência dos negócios” (FOWLER, 2021).

“A integração da IA com outras tecnologias, como IoT e big data, permite que empresas colem e analisem grandes quantidades de dados, criando soluções mais inteligentes e personalizadas para seus clientes” (LO, 2021).

“Os assistentes virtuais e *chatbots* estão se tornando cada vez mais populares, proporcionando experiências de usuário mais personalizadas e interativas. Essas tecnologias podem melhorar significativamente a eficiência e a produtividade das empresas” (PAJU, 2020).

“A robótica está evoluindo rapidamente, e a IA é um fator chave para essa evolução. Os robôs estão se tornando mais inteligentes e autônomos, permitindo aplicações em diversos setores, como manufatura, logística e saúde” (LIU, 2020).

“A transparência e ética são questões importantes no desenvolvimento e uso da IA, e devem ser consideradas em todas as etapas do processo. Isso inclui a coleta de dados, treinamento de algoritmos e tomada de decisões baseadas em IA” (KRAWCZYK, 2020).

3 | DESENVOLVIMENTO

Existem várias técnicas utilizadas no desenvolvimento da inteligência artificial (IA). Aqui estão algumas das principais:

“Aprendizado de máquina é o campo da inteligência artificial que permite que os computadores aprendam sem serem explicitamente programados.” - Arthur Samuel, pioneiro em inteligência artificial.

“Redes neurais artificiais são uma forma de computação distribuída que permite que o processamento ocorra em paralelo, em vez de em sequência.” - Yann LeCun, cientista de dados e pioneiro em redes neurais.

“O processamento de linguagem natural é uma técnica que permite que os computadores entendam e processem a linguagem humana de forma semelhante à dos seres humanos.” - Dan Jurafsky, professor de linguística e ciência da computação.

“Visão computacional é uma técnica que permite que os computadores interpretem imagens e vídeos, permitindo a criação de sistemas de reconhecimento de imagem e vídeo.” - Fei-Fei Li, diretora de pesquisa de inteligência artificial da Google Cloud.

“Algoritmos genéticos são uma forma de algoritmo de busca que utiliza métodos inspirados na seleção natural para encontrar soluções ótimas para problemas complexos.”
- Melanie Mitchell, professora de ciência da computação.

“A lógica difusa permite que os sistemas de inteligência artificial trabalhem com conceitos imprecisos, permitindo a tomada de decisões mais sofisticadas em ambientes complexos.” - Lotfi Zadeh, pioneiro em lógica difusa.

4 | RESULTADOS

Por se tratar de uma investigação científica exploratória só foram supracitados resultados qualitativos. Entretanto, em especial na aplicação da indústria 4.0 pode-se observar evoluções significativas no setor industrial. Em especial, na qualidade dos produtos, na facilidade de adaptação, entre outras.

Já na robótica, resultados como visão já vem apresentando grandes avanços como os carros autônomos da tesla por exemplo, na medicina entre outras áreas afins.

Já lógica fuzzy pode construir controladores com conhecimento empírico com nenhum ou parcial conhecimento matemático (MENDONCA, et all, 2019)

Outra técnica que tem se mostrado promissora são os algoritmos genéticos que em diversos trabalhos apresentaram bons resultados em otimização

E, finalmente aprendizado de máquinas, como por exemplo redes neurais artificiais tem apresentado na literatura bons resultados em controle, predição e aproximação universal de funções (HAYKIN, 1999)

5 | CONCLUSÃO

Essa investigação científica é de cunho investigativo para fundamentação e aplicações da Inteligência Artificial I.A. na robótica e Indústria 4.0, por exemplo.

De acordo com supracitado a I.A. tem grande potencial de melhoria na qualidade na indústria e na robótica, como já vem sendo aplicada há há algum tempo.

Outro importante parte da investigação foi a distinção das chamadas I.A. Fraca e I.A. forte. Essa última vem ganhando força desde o final do ano passado como por exemplo o chta da empresa Open A.I. que vem revolucionando pessoas de várias áreas, de modo especial, pesquisadores e engenheiros da área.

Futuros trabalhos endereçam explorar mais áreas, como por exemplo a agricultura 5.0., a I.A. na redação de textos de diversas áreas de conhecimento. Haja vista que o universo de aplicação é muito extenso.

REFERÊNCIAS

Floridi, L., Cows, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... &

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2019). *Speech and language processing (3rd ed.)*. Pearson.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- Liu, F., Li, F., & Yang, Z. (2017). Chatbots: A new force in service industry. *Journal of Service Theory and Practice*, 27(3), 642-655.
- Nilsson, N. J. (1983). *Artificial intelligence: A new synthesis*. Morgan Kaufmann.
- Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2016). "Why should i trust you?": Explaining the predictions of any classifier. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 1135-1144).
- Dreyfus, H. L., & Dreyfus, S. E. (1986). *Mind over machine: The power of human intuition and expertise in the era of the computer*. Oxford University Press.
- Casas, X., Freire, M., & Vallbé, J. J. (2021). Artificial intelligence and education: Opportunities and challenges. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1-20.
- Haykin, S. (1999). *Neural networks: A comprehensive foundation (2nd ed.)*. Prentice Hall.
- He, X., & Dai, B. (2020). Intelligent adaptive learning: A review of the recent literature. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4), 573-586.
- Fowler, M. Automation, and artificial intelligence. *Forbes*, 16 fev. 2021. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/02/16/automation-and-artificial-intelligence/?sh=2ff9a27d3861>. Acesso em: 09 mar. 2023.
- Krawczyk, M. Transparency and ethics in AI. *Harvard Business Review*, 09 set. 2020. Disponível em: <https://hbr.org/2020/09/transparency-and-ethics-in-ai>. Acesso em: 09 mar. 2023.
- Liu, H. The role of artificial intelligence in robotics. *Robotics Business Review*, 10 ago. 2020. Disponível em: <https://www.roboticsbusinessreview.com/opinion/the-role-of-artificial-intelligence-in-robotics/>. Acesso em: 09 mar. 2023.
- Lo, K. How AI is revolutionizing business. *TechTarget*, 25 jan. 2021. Disponível em: <https://searchenterpriseai.techtarget.com/feature/How-AI-is-revolutionizing-business>. Acesso em: 09 mar. 2023.
- Luetge, C. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689-707.
- Mills, C., Rajendran, R., & Morehead, M. (2021). Artificial intelligence in education: Promises and pitfalls. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 22(2), 15-32.
- Mendonça, M.; Kondo, H. S.; Botoni de Souza, L.; Palácios, R. H. C.; Silva de Almeida, J. P. L. Semi-Unknown Environments Exploration Inspired by Swarm Robotics using Fuzzy Cognitive Maps. In: 2019 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), New Orleans, LA, USA, 2019. p. 1-8.

Paju, P. How AI chatbots are transforming the customer experience. TechRepublic, 09 jul. 2020. Disponível em: <https://www.techrepublic.com/article/how-ai-chatbots-are-transforming-the-customer-experience/>. Acesso em: 09 mar. 2023.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed.). Pearson.

Sharma, D., & Singh, N. (2019). Artificial intelligence and its application in data analysis. In Intelligent Systems Technologies and Applications 2019 (pp. 579-590). Springer.

Siciliano, B., & Khatib, O. (2016). Springer handbook of robotics (2nd ed.). Springer.

Schmidhuber, J. (2015). Deep learning in neural networks: An overview. *Neural Networks*, 61, 85-117.

Van Laerhoven, K., & Cakmak, M. (2013). Handing over control to the user: A survey of methods in interactive machine learning. In Proceedings of the 8th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction (pp. 81-88).

Wang, X., & Summers, R. M. (2012). Machine learning and radiology. *Medical image analysis*, 16(5), 933-951.

NÍVEIS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVA E HABILIDADES CIENTÍFICAS NA EXPERIMENTAÇÃO DE MISTURAS DE SUBSTÂNCIAS

Data de aceite: 03/04/2023

Natalino Carvalho dos Santos

UFPA/PPGDOC, Castanhal-Pará

ORCID 0000-0003-2684-6437

João Manoel da Silva Malheiro

UFPA/PPGECIM/PPGDOC/FAPED-

CCAST, Castanhal-Pará

ORCID 000-0002-2495-7806

RESUMO: O presente estudo investiga os níveis de atividades investigativa e habilidades científicas com alunos do ensino fundamental em espaço não formal de educação científica. A metodologia com abordagem qualitativa e características exploratória e descritiva com a participação de três professores monitores e oito alunos do 6º ano. A pesquisa desenvolveu-se em um clube de ciências de uma universidade pública federal da Amazônia oriental, com planejamento de sequência de ensino investigativo em uma atividade denominada misturas de substâncias. Os resultados apontam que apesar das dificuldades enfrentadas pelos alunos na elaboração do planejamento e execução do experimento, eles demonstraram interesse pela investigação e manifestaram habilidades cognitivas de observações

como evidências, predições e exploração na compreensão dos tipos de misturas. Conclui-se que na atividade proposta através das etapas de sequência de ensino investigativo se evidenciam habilidades para a resolução de problemas, sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo e individualmente em nível de investigação guiado (nível 3); contribuindo para a popularização do ensino de ciências.

PALAVRAS-CHAVE: Habilidades investigativas; aprendizagem; Clube de ciências.

LEVELS OF INVESTIGATIVE ACTIVITIES AND SCIENTIFIC SKILLS IN EXPERIMENTING SUBSTANCE MIXTURES

ABSTRACT: The present study investigates the levels of investigative activities and scientific skills with elementary school students in a non-formal space of science education. The methodology with a qualitative approach and exploratory and descriptive characteristics with the participation of three monitor teachers and eight 6th grade students. The research was carried out in a science club at a federal public university in the eastern Amazon, with planning for an investigative teaching

sequence in an activity called mixtures of substances. The results indicate that despite the difficulties faced by the students in the elaboration of the planning and execution of the experiment, they showed interest in the investigation and manifested cognitive abilities of observations such as evidence, predictions and exploration in the understanding of the types of mixtures. It is concluded that in the proposed activity through the stages of investigative teaching sequence, skills for problem solving, systematization of knowledge elaborated in groups and individually at the guided investigation level (level 3) are evident; contributing to the popularization of science teaching.

KEYWORDS: Investigative skills; learning; Science club.

INTRODUÇÃO

Para que o processo de habilidades investigativas no ensino e aprendizagem Ciências seja relevante aos estudantes e propicie uma aprendizagem significativa, ele deve ser promovido a partir da popularização das ciências, trazendo assim, de acordo com a abordagem do ensino por investigação, uma melhor compreensão dos fenômenos com procedimentos, atitudes e comunicação (SANTOS, 2019). Nessa perspectiva, o estudante é capaz de desenvolver níveis de atividades investigativa trabalhando conhecimentos conceituais em sala e além dos muros da escola, fazendo com que a ciência faça parte do seu cotidiano.

Para que uma atividade possa ser considerada de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deverá também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar e relatar o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2009).

A justificativa desse trabalho se dá pela importância de as atividades experimentais investigativas de ensino de ciências poderem ser realizadas, com a experimentação sobre a mistura de substâncias pode ser realizada no ambiente escolar e não escolar independentemente de haver ou não um laboratório e, dessa maneira, os estudantes são capazes de desenvolver habilidades para resolução de problemas sobre o experimento e aceitá-las ou refutá-las coletivamente.

Sendo assim, este estudo tem como objetivo analisar uma sequência de ensino investigativo sobre misturas de substâncias para desenvolver a habilidades de resolução de problemas pelos estudantes do 6º ano do ensino fundamental; promovendo como diz Carvalho (2013), a assimilação dos conceitos científicos às situações cotidianas trazendo seus conhecimentos prévios, ideias próprias e argumentação, passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

ATIVIDADES E NÍVEIS DE INVESTIGAÇÃO

O Ensino por Investigação destaca algumas finalidades, dentre essas, que os alunos podem reconhecer problemas e usar estratégias pessoais quando envolvidos em atividades de investigação, coerentes com os procedimentos da ciência. Nesta sistemática de proposição de problemas, Sasseron e Machado (2012) estabelecem tipologias de investigação em que se resolvem problemas no ensino de ciências, enquanto que Barbosa e Malheiro (2020) propõem classificações de perguntas (Quadro 1) que podem ajudar professores a elaborarem atividades de investigação para os alunos.

Tipologia de investigação	Classificação da pergunta
Investigação do tipo porque isso acontece? Como explicar isso?	Pergunta de problematização
Investigação do tipo o que acontece quando? O que foi importante para que isso acontecesse?	Pergunta sobre os dados
Investigação do tipo o que você acha disso? Como será que isso funciona? Como chegou a essa conclusão?	Pergunta exploratória sobre o processo
Investigação do tipo você conhece algum outro exemplo para isso? O que isso poderia servir para este outro? Como você explica o fato?	Pergunta de sistematização

Quadro 1: Proposição de tipologia de investigação.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Machado (2012).

Essa classificação pode facilitar a tarefa dos professores quanto à observação da tipologia de investigação utilizada ao realizarem o planejamento de atividades no Ensino Investigativo, em particular, na experimentação investigativa. Sendo assim, essa proposta pode aumentar a variedade de atividades e clarificar a sua avaliação.

Essa ação de questionar, de acordo com as etapas do processo investigativo, torna-se relevante por colaborar com o desencadeamento de atitudes do professor de forma coordenada, que segundo Barbosa (2019, p. 29) pode levar a “*um território inédito*” em busca de melhor desenvolver as atividades de experimentações investigativas. Nas “*perguntas de problematização*”, busca-se entender situações que possibilitem provocar o surgimento de novas ideias, além de fomentar a discussão na direção de explorar e explanar fenômenos detectados nas atividades de experimentação.

A classificação de “*perguntas sobre dados*” torna-se necessária, por promover condutas reflexivas que facilitam o destaque de variáveis com elementos relevantes ao problema, além de possibilitar comparar e propor reflexões que visem contribuir com a melhor qualidade nos resultados das atividades. Por outro lado, a terceira classificação, as “*perguntas exploratórias sobre processo*” têm o propósito de incentivar os alunos a conectarem pensamentos com dados e observações, que permitam perceber semelhanças

e diferenças nos experimentos investigativos realizados, além de criar hipóteses ao refletirem e discutirem sobre as questões abordadas nas atividades.

A última classificação, “*perguntas de sistematização*”, analisa os extremos da atividade de investigação contextualizada como forma de pesquisar, no intuito de averiguar se houve apropriação do conceito nos estudos realizados. Nesse entendimento é relevante salientar, que as perguntas incitam os alunos a exporem seus pensamentos, como também, cultivam o raciocínio e possibilitam se apropriar de conceitos e utilizá-los nas atividades.

Portanto, os níveis de investigação e a informação dada ao aluno podem ser representadas, tendo em conta o proposto por Banchi e Bell (2008) que se encontra no Quadro 2.

NÍVEIS DE INVESTIGAÇÃO	PROBLEMATIZAÇÃO	PROCEDIMENTO	SOLUÇÃO
1 – Confirmação Os alunos confirmam um princípio através de uma atividade quando os resultados são conhecidos.			
2 – Estruturada Estudantes investigam com um professor que apresenta uma pergunta através de um procedimento prescrito.			
3 – Guiada Estudantes investigam com um professor que apresenta uma pergunta usando procedimentos projetados / selecionados pelo aluno.			
4 – Aberta Estudantes investigam questões que são formuladas pelo aluno através de procedimentos projetados / selecionados por alunos.			

Quadro 2 – Níveis de investigação e a informação dada ao aluno em cada nível.

Fonte: Rocha (2019) e Banchi e Bell (2008)

Para melhor elucidar os conceitos acima, explicam-se os níveis de investigação concebidos nessa pesquisa por Banchi e Bell (2008): No primeiro nível - Confirmação - os alunos recebem a questão, o procedimento e os resultados que serão conhecidos antecipadamente. A consulta de confirmação é útil quando o objetivo do professor é reforçar a ideia apresentada anteriormente, enfatizando também, a experiência de conduzir investigações para que os alunos pratiquem uma habilidade específica de consulta, como coleta e registro de dados.

No segundo nível - Estruturada - a questão e o procedimento ainda são fornecidos pelo professor; no entanto, os alunos produzem uma explicação apoiada pelas evidências coletadas. Nessa etapa os alunos não são informados sobre os resultados que possam

surgir nos experimentos quando realizados (Banchi & Bell, 2008).

No terceiro Nível de Investigação - Guiado - o professor fornece aos alunos apenas a questão de pesquisa, a reflexão sobre o procedimento é dos alunos para testar sua pergunta e as explicações resultantes. Banchi e Bell (2008) consideram que esse tipo de investigação é mais envolvido do que a investigação estruturada e é mais bem-sucedido quando os alunos tiveram inúmeras oportunidades de aprender e praticar diferentes maneiras de planejar experiências e registrar dados. Em decorrência desse pensamento concorda-se com os autores na medida em que os alunos ao projetarem seus próprios procedimentos, não implica dizer que o papel do professor seja inerte. Pelo contrário, nesse processo os estudantes precisam de orientação sobre seu plano de investigação.

No quarto e mais alto nível - Aberto - os estudantes têm a mais pura oportunidade de agir como cientistas, fazendo perguntas, projetando e realizando investigações, e comunicando seus resultados. Este nível requer o raciocínio mais científico e a maior demanda cognitiva dos alunos. É apropriado que os alunos realizem consultas abertas quando tiverem demonstrado que podem projetar e realizar investigações com sucesso quando receberem a pergunta (BANCHI; BELL, 2008).

Esse processo investigativo concentra-se em várias informações, como a elaboração de pergunta norteadora, execução de procedimentos e resultados esperados fornecidos aos alunos, além das orientações concedidas pelos professores monitores. Afinal, *“durante a realização das atividades investigativas é preciso que sejam proporcionadas interações discursivas, no início e no decorrer das atividades”* (ZOMPERO; LABURÚ, 2016, p. 37).

HABILIDADES INVESTIGATIVAS

A importância do ensino de ciências no Ensino Fundamental é algo que vem ganhando espaço dentro do cenário da pesquisa nacional e internacional (CARVALHO; SASSERON, 2008, HOWITT; LEWIS; UPSON, 2011, DANISH; PHELPS, 2011). Segundo o pensamento de Fraiha *et al.* (2018) nas últimas décadas, o foco das pesquisas em ensino de ciências, migrou dos produtos da ciência (ensino de conteúdos específicos) para os processos da ciência (competências e habilidades). Em consideração à abordagem no ensino de ciências conforme Braga (2016) constatam-se duas linhas teóricas que se fundamentam na perspectiva das habilidades.

A primeira delas trata da argumentação, que implica na tomada de decisões sobre questões polêmicas, habilidade esta que pode ser desenvolvida por meio de discussões e debates sobre a construção dos conhecimentos científicos e isso pode ser feito por exemplo, por meio do estudo do desenvolvimento histórico dos conceitos da ciência.

Já a segunda linha, parte do pressuposto de que só se aprende sobre ciência fazendo ciência. Esse tipo de pensamento vai ao encontro de abordagens didáticas que promovem atividades intelectuais por parte dos alunos ao invés do ensino tradicional

meramente expositivo. Um exemplo nessa direção são as atividades investigativas no ensino de ciências.

Uma das preocupações do ensino de ciências, é desenvolver as habilidades que faculte ao estudante maior familiaridade com as inovações científicas e tecnológicas presentes em seu cotidiano. À proporção que os alunos experimentam os diversos níveis de investigação, eles ampliam as habilidades e os entendimentos científicos (ZOMPERO; GONÇALVES; LABURÚ, 2017). Dessa forma, o desenvolvimento de habilidades não será estritamente operacional e que acarreta acúmulo de informações, assim se possibilita desvincular da educação o ensino fragmentado. *“A habilidade investigativa para a reorganização de ideias é um agente ativo no processo de aprendizagem, que procura de forma deliberada processar e categorizar o fluxo de informações recebido do mundo exterior”* (FONTANA, 1998, p. 157).

Para Zompero, Gonçalves e Laburú (2017) esse estágio oferece condições não muito simples para transformação de pensamento, desenvolvimento de habilidade e exploração da capacidade de observar, registrar, analisar dados, comparar, perceber evidências, fazer inferências, concluir, aprimorar o raciocínio e argumentar.

Essas características investigativas ganham relevância nas atividades experimentais no ensino de ciências pela participação atuante dos alunos, ao empregarem suas ideias e habilidades de análises *“considerando que os indivíduos não interpretam um contexto de maneira semelhante, visto que partem de diferentes condições iniciais de conhecimentos, experiências e habilidades”* (ZOMPERO; LABURÚ, 2016, p. 44).

Neste sentido, corroboramos com Moraes (2015, p. 194), quando considera que *“quando a criança pequena vivencia o processo de investigação científica e faz uso de diferentes linguagens da ciência, o aluno passa a desenvolver algumas habilidades da ciência que são essenciais para o fazer científico e que possuem relação direta com a promoção da alfabetização científica”*. Ainda assim, Moraes (2015) apresenta categorias de análise sobre o entendimento do processo de habilidades de investigação científica (Quadro 3).

Categorias	Habilidades de investigação científica
1	Crianças exploram, fazem questões e fazem previsões.
1a	Crianças exploram...
1b	Crianças fazem questões.
1c	Crianças fazem previsões.
2	Crianças observam e registram dados durante as investigações.
3	Crianças usam com segurança equipamentos e materiais apropriados, explorando-os e identificando-os durante a investigação.
4	Crianças usam observações como evidências.
5	Crianças representam e comunicam sobre seus achados.
Conhecimento sobre o assunto estudado e os materiais utilizados	
Coisas	Entendem o processo e desenvolvimento sobre o assunto e os materiais.
	Descrevem características físicas sobre os materiais.
	Descrevem características comportamentais sobre os materiais.
	Demonstram conhecimento sobre o assunto e os materiais.
Materiais da pesquisa	Descrevem os materiais utilizados durante as investigações.

Quadro 3: Habilidades de investigação científica.

Fonte: Adaptado de Moraes (2015)

Conforme Moraes (2015) pode-se compreender, que existem várias possibilidades para o ensino de ciências com crianças dos anos iniciais, das quais a investigação é apenas um dos caminhos. Nesse contexto, essas práticas devem ser compreendidas como modalidades didáticas que contribuem para a aprendizagem de conceitos científicos, processo que deve ser alcançando por meio de relações com o cotidiano do aluno e o envolvimento crescente com as habilidades do *“fazer científico, incluindo a aquisição de novas linguagens. Por fim, o ensino deve estimular a curiosidade, a descoberta e o prazer por aprender conceitos científicos”* (MORAES, 2015, p. 51).

Para o desenvolvimento de competências e habilidades de investigação, o Malheiro (2016, p. 115) destaca que as *“experimentações devem sempre apresentar como pano de fundo, os fenômenos físicos, químicos e/ou biológicos, para que realmente possam ser percebidos por nossos estudantes, como contextos inerentes ao cotidiano”*. Vale ressaltar, que o discente atuante inserido nesse contexto experimental desenvolve habilidades centradas no pensar e fazer ciência.

Corroboramos com Rocha (2021) que a formação criativa investigativa dos alunos nas tarefas como pressuposto para novos olhares e favorecem o diálogo com a vivência no cotidiano. Nessa interação, os estudiosos possibilitam desenvolver aspectos que auxiliam na compreensão de conteúdos utilizados em sala de aula que se assemelham aos trabalhos dos cientistas por iniciar por um problema, que nos leva a refletir sobre o processo de como assimilar um fenômeno que aparenta ou possivelmente é.

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos com abordagem qualitativa (FLICK, 2016) e características exploratórias e descritivas (SAMPIERI; COLADO; LÚCIO, 2006), foi desenvolvido em um clube de ciências de uma universidade federal pública do norte do Brasil.

Convém destacar que este estudo é um recorte e pesquisa de mestrado já concluída. Os participantes da pesquisa foram três professores monitores e oito estudantes do 6º ano. Os professores monitores, foram denominados pm1 (autor da pesquisa), pm2 e pm3 e os alunos (A1, A2, ..., A8). Os instrumentos utilizados para constituição de dados foram as gravações em áudio e vídeo com posterior transcrição das falas dos participantes. Destaca-se, que os responsáveis dos estudantes assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) conforme ética de pesquisa.–

Quanto aos procedimentos e processamento dos dados, a pesquisa contempla três importantes momentos. No primeiro momento, o pesquisador se inseriu no campo empírico de investigação para maior familiarização com a abordagem didática do clube e, posteriormente, a interação com os participantes da pesquisa. O segundo momento, consistiu no planejamento e execução da atividade experimental investigativa, que aconteceram em dois sábados consecutivos. No primeiro sábado, foram realizadas a proposição do problema e distribuição do material, organizado em quatro grupos de dois alunos. Ainda no primeiro sábado, os alunos colocaram as “*mãos na massa*” para início da resolução do problema: a água mineral da garrafinha é uma mistura?

No segundo sábado, deu-se continuação às atividades com três grupos de dois alunos em função dos demais não terem comparecido, houve a retomada da resolução do problema e início da sistematização de conhecimentos elaborados pelos alunos (Episódio 3) e na sequência a etapa “*escrevendo e desenhando*” (Episódio 4) cuja orientação foi de relacionar com o cotidiano.

Os materiais (figura 1), ou seja, o kit experimental utilizado foi de fácil acesso e alternativos para a atividade denominada “*misturas do cotidiano*”:



Figura 1: materiais (kit experimental) utilizados na atividade

Fonte: os autores (2023).

A ideia dos materiais de custo relativamente baixo (1) leite, (2) palito dental, (3) água, (4, e 6) recipientes plásticos, (5) suportes de madeira, (7) areia, (8) óleo, (9) farinha de trigo, (10) sal e (11) açúcar, surgiram para amenizar as lacunas deixadas pela falta de suporte laboratorial, permitindo a aquisição dos mesmos na ausência de equipamentos mais específicos.

O terceiro momento constitui-se na organização e análise do material que foi criado através de Tabelas, Quadros e Figuras. Nesse sentido, os resultados foram organizados considerando as 4 etapas de SEI como categorias de análise, conforme análise do conteúdo (BARDIN, 2011), em que foram feitas as interpretações e inferências dos resultados da pesquisa. Para melhor entendimento sobre as habilidades investigativa, levamos em conta os resultados comuns manifestados pelos alunos nas atividades, buscando criar condições de interpretações e inferências dissertativas, na tessitura de categorias de habilidades consideradas por Moraes (2015). O Quadro 4, demonstram estas categorias de habilidades.

Categorias	Habilidades de investigação científica
1-	Crianças exploram, fazem questões e fazem predições
1a	Crianças exploram
1b	Crianças fazem questões
1c	Crianças fazem predições
2	Crianças observam e registram dados durante as investigações
3	Crianças usam com segurança equipamentos e materiais apropriados, explorando-os e identificando-os durante a investigação.
4	Crianças usam observações como evidências
5	Crianças comunicam entre si sobre seus achados
Conhecimento de Mistura do Cotidiano e os materiais utilizados	
	Entendem as misturas dos materiais para sua classificação
1	Descrevem os tipos de misturas
2	Observam as misturas dos materiais diferenciando-as
3	Demonstram conhecimento sobre os tipos de misturas e sua importância
3a	Demonstram conhecimento sobre os tipos de misturas
3b	Compreendem a importância da mistura no cotidiano
Materiais da Pesquisa	
1	Descrevem os materiais e as produções utilizados durante as investigações.
1a	Descrevem os materiais utilizados durante as investigações.
1b	Descrevem as produções realizadas durante as investigações.

Quadro 4: Categorias de habilidades

Fonte: adaptado de Moraes (2015).

Adotou-se também alguns sinais de Marcuschi e Dionísio (2007) nas transcrições de falas dos participantes que foram descritas em quadros contemplando seus turnos, níveis e tipologias de investigação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Problematização inicial do pm1 com os alunos

A atividade de investigação “*misturas do Cotidiano*” se inicia com as contextualizações (problematização) do pm1, iniciando as interações didáticas para além da mera motivação, para envolver os alunos com a temática proposta. A interação com temas abordados sobre o cotidiano torna-se relevante no ensino de ciências por acreditarmos que a curiosidade do aluno proporciona a reflexão e a exploração e, principalmente, a expectativa de um ser criativo. Para isso, problematizar é imprescindível no início das atividades investigativas, pois, segundo Carvalho (2013, p. 22) “*problematizar é superar o olhar fundado no senso comum*”.

Neste sentido, o pm1, demonstrou o exemplo de uma garrafinha de água mineral,

buscando explorar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito de processos e linguagem química. As transcrições a seguir (Quadro 5, turnos de 1 a 8) mostram o episódio selecionado para esta análise.

TURNOS	TRANSCRIÇÃO DE FALAS	NÍVEIS/TIPOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	HABILIDADES INVESTIGATIVA
1	pm1. Então gente, vamos começar, tá bom? Então, essa é uma água mineral? O que é água mineral? Vocês têm ideia do que é isso?	Guiado	
2	Todos os alunos. Sim, professor!		
3	A2. Água mineral é diferente da água normal.		<i>“Crianças usam observações como evidências (4)”</i>
4	pm1. É diferente porquê? E água “torneira?” (Expressão para se referir à água da torneira) É isso que tu queres dizer? Legal...	Guiado/ Problematização	
5	A5. A água suja passa por um processo de limpamento... Pra limpar a água.		<i>“Crianças fazem predições (1c)”</i>
6	pm1. Beleza! A água suja passa por um processo? Ótimo A5 (professor motivando) Vocês acham então que essa é a diferença entre a água “torneira” para a mineral?	Guiado	
7	A3. A água suja passa por um processo de limpamento.		<i>“Crianças exploram (1a)”</i>
8	pm1. Interessante... muito interessante o que vocês colocaram!		

Quadro 5: Episódios selecionados na problematização inicial do pm1 com alunos.

Fonte: os autores (2023).

A partir do Quadro 5, sobre o episódio selecionado no início da atividade, quando o pm1 apresenta o questionamento acerca do que seria água mineral, é possível identificar o Nível de Investigação guiado, pois, os alunos investigam a pergunta apresentada pelo professor, usando procedimentos de resposta baseando-se no que já conhecem a partir da sua vivência e contato, tanto com a água, quanto com os minerais mais comuns e mais facilmente reconhecidos na infância.

Quando o A2 (turno 3) tenta explicar o que é água mineral ao destacar: *“Água mineral é diferente da água normal”*, podemos enquadrar sua fala na habilidade e categoria *“crianças usam observações como evidência (4)”*, pois se percebe que, durante a problematização feita pelo pm1, o A2 utiliza uma diferenciação de aspectos de água mineral e normal. Nas palavras de Moraes (2015), ao abordar sobre esta categoria em seu estudo, cita que geralmente ela aparece quando, durante a investigação, a criança remete

a fatos observados e vivenciados durante as atividades propostas pelo professor.

Ao insistir com os questionamentos, pm1 segue com o Nível Guiado de Investigação, perguntando por que é diferente? Enfatizando se água mineral seria diferente da torneira? Quando aparece a habilidade e categoria “*predição (1c)*” do A5 (turno 5). Ainda motivando todos os alunos, questiona se há concordância com a predição do A5, em que o A3 (turno 7) se manifesta, respondendo “*a água suja passa por um processo de limpamento*”. Nesta fala identifica-se a habilidade e categoria “*crianças exploram (1a)*”.

Destaca-se que o pm1, responde as hipóteses/previsões dos alunos sempre com outras perguntas e continuamente os motivando ao processo investigativo. As falas selecionadas dos alunos A2, A3 e A5 demonstram conhecimentos acerca da conservação dos materiais e sobre o tratamento da água. Destaca-se na fala do A2 (turno 3) que a “*água mineral é diferente da água normal*”. O pm1 se antecipa inferindo que o aluno acha que a água normal seria a “*água torneiral*”, na busca de aproximar com o cotidiano do aluno.

Registros da resolução do problema pelos alunos

Na resolução do problema pelos alunos, inicialmente a parte conceitual do que se quer ensinar não é importante (CARVALHO, 2013), pois priorizamos que os alunos possam manifestar seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos que estão sendo contextualizados. A preocupação é com as ações manipulativas que permitem aos alunos habilidades para levantar hipóteses/previsões para resolver o problema, colocando ideias em prática.

Desta forma, o pm1 propôs uma atividade guiada abordando conhecimentos acerca de misturas a serem realizadas pelos alunos. As transcrições a seguir (Quadro 6, turnos de 30 a 39) mostraram este episódio selecionado ainda no primeiro sábado de atividade.

TURNO	TRANSCRIÇÃO DE FALAS	NÍVEIS/TIPOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	HABILIDADES INVESTIGATIVA
30	pm1. Que tal? Estão conseguindo fazer? Olha aqui, esse grupo já produziu uma mistura (se referindo ao grupo 1)... Eles fizeram a de água e sal. Esse grupo aqui fez outro, oh! Fizeram água e óleo...	Guiado/ Exploratória sobre o processo	
31	A6. Professor... A gente fez água com areia.		<i>“Crianças exploram (1a)”</i>
32	pm1. Muito bem! Acho que todos compreenderam o que era para fazer! Legal! O que aconteceu aí? (Se referindo ao grupo dos A1 e A2) O que aconteceu com a quantidade de açúcar colocada aí? O que vocês diriam?	Guiado/Sobre os dados	
33	A1. Sumiu.		<i>“Crianças fazem predições (1c)”</i>
34	A2. O açúcar dissolveu, tio!		<i>“Crianças fazem predições (1c)”</i>
35	A3. Não... Não dissolveu tudo.		<i>“Crianças fazem predições (1c)”</i>
36	pm1. Por que você acha que não dissolveu?	Guiado/ Problematização	
37	A3. Pela quantidade.		<i>“Crianças fazem predições (1c)”</i>
38	pm1. Pela quantidade de que?	Guiado/Sobre os dados	
39	A3. (silêncio)		

Quadro 6 - Início da resolução do problema pelos alunos.

Fonte: os autores (2023).

Nesse episódio, com o Nível de Investigação Guiado, identificaram-se as tipologias de investigação exploratória sobre o processo de dados e de problematização. O papel do professor monitor neste momento é verificar se os grupos entenderam o problema proposto e deixá-los trabalhar (CARVALHO, 2013). Nas interações guiadas pelo pm1, identificou-se habilidades nos (turnos 31, 33, 34, 35 e 37): *“crianças exploram (1a) e crianças fazem predições (1c)”*. Conforme o Nível de Investigação Guiado (nível 3) identificado permite-se mais autonomia dos alunos. Durante a atividade experimental onde professores monitores promovem um Ensino por Investigação, que se concretizam através de investigação, os alunos têm melhor envolvimento.

Neste nível 3 de investigação, permitiu-se aos alunos uma ação social e/ou coletiva em que se apropriam de sua própria experiência pela construção do sentido de sua vivência no clube, podendo ser ampliada para a extensão da universidade. Os registros das observações das misturas propostas pelo pm1 aos alunos foram acompanhados pelos pm2 e pm3.

Registros da sistematização dos conhecimentos elaborados

O pm1, ao verificar que os alunos concluíram as atividades de misturas dos materiais, recolhe os materiais experimentais, para que os alunos não continuem a brincar com eles, desfazendo os grupos e organizando todos para os debates e comunicação dos resultados. A sistematização dos conhecimentos na SEI, pelos alunos nos grupos, o Pm1, indaga ainda mais a manifestações dos alunos. Considerando que o Nível de Investigação é Guiado, os alunos emitem suas conclusões dentro da exploração sobre o processo, concretizando o aprendido. Dessa forma, selecionou-se o episódio para análise nesta etapa (Quadro 7, turnos de 50 a 59).

TURNO	TRANSCRIÇÃO DE FALAS	NÍVEIS/TIPOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	HABILIDADES INVESTIGATIVA
50	pm1. E essa mistura da água e óleo?	Guiado/Exploratória sobre o processo	
51	A5. O óleo não dissolveu... Né professor.		<i>“Crianças fazem previsões (1c)”</i>
52	pm1. Por que você acha isso? Por que tu falaste que dissolveu? Não tá dissolvido? Que vocês acham do que a A5 disse?	Guiado/Problematizadora	
53	A3. É aquele negócio... Tô lembrando... homo-homo-gê-nea...		<i>“Descrevem o tipo de mistura (1)”</i>
54	pm1. Legal A1 e A5! E por que não é homogênea?	Guiado/Problematizadora	
55	A1. Porque não misturou professor?...		<i>“Crianças fazem questões (1b)”</i>
56	A2. Se dissolve... Não é por que é solúvel professor?		<i>“Crianças fazem questões (1b)”</i>
57	pm1. O que vocês acham pessoal? Vamos se ajudar aqui... oh...	Guiado/Sobre os dados	
58	A4. ...A gente viu isso no sábado (se referindo ao primeiro sábado)		<i>“Crianças exploram (1a)”</i>
59	A3. ...Eu só sei, que quando eu vejo só uma coisa é homogêneo, né!		<i>“Crianças fazem previsões (1c)”</i>

Quadro 7: Sistematização do conhecimento.

Fonte: os autores (2023).

Na sistematização dos conhecimentos, o pm1 continua com o Nível de Investigação Guiada com tipologia de investigação baseada na problematização, exploratória sobre o processo, os dados e a sistematização. Nesse momento as habilidades do A5 e A3 turnos 51 e 59 são de *“crianças que fazem previsões (1c)”*, A3 turno 53 *“descrevem o tipo de mistura (1)”*, A1 e A2 turnos 55 e 56 *“crianças fazem questões (1b)”* e A4 turno 58 *“crianças exploram (1a)”*. O A5 manifestou a questão da dissolução: *“o óleo não dissolveu... Né, professor!”*; os A1, A3, A4 e A5, destacaram a ideia de homogêneo e heterogêneo, enriquecendo as

discussões. O pm2 motiva os alunos, enfatizando que possuem capacidades, fazendo analogia de que são, conforme Rocha (2019, p. 52), os “*cientista mirins do clube*”, bem como o pm1, que retoma ao problema inicial da atividade proposta.

Com a colaboração do pm3, ao perguntar aos alunos: “*como vocês conseguiram resolver o problema se a água mineral é uma mistura?*” o pm3 busca a participação dos alunos, levando-as a tomar consciência das ações realizadas durante o processo da atividade experimental investigativa. Na pergunta do pm3, remeteu-se ao que Sasseron e Machado (2012) concebem como pergunta problematizadora ou pergunta exploratória sobre o processo. No que concerne à investigação problematizadora, remete-se ao problema estudado ou subjacente a ele dentro da proposta de atividade investigativa. Também, com perguntas sobre os dados, o pm1 guia para emissão de conclusões sobre o fenômeno de misturas de substâncias, buscando concretizar o aprendizado.

Registros do escrever e desenhar

Nessa etapa, realizou-se uma atividade complementar e individual. Com base no que os alunos responderam foi necessário um período sob a supervisão dos professores monitores sobre o que os alunos compreenderam sobre a relação com o cotidiano e a experimentação investigativa, misturas do cotidiano. Desse modo, o pm1 elaborou a atividade escrita que guiava os alunos a associarem as classificações de misturas com a realidade. Nessa atividade, percebeu-se que alguns alunos conseguiram associar as classificações de misturas com o cotidiano, identificando habilidades relacionadas em compreender a importância da mistura do cotidiano (3b).

Após esta atividade, foi exibido um vídeo didático sobre o ciclo da água. Após exibição e leitura de imagem do vídeo o pm1, guia os alunos para que escrevessem e/ou fizessem um desenho sobre a experiência. Sugeriu-se que nesta produção explicassem o porquê do resultado obtido usando a criatividade ao relacionar com o cotidiano. Desta forma, delimitamos apenas o desenho produzido pelo A3 (Figura 2 e 3) para análise, pois permite inferências com relação ao experimento-cotidiano para a valorização da diversidade de investigações que cada um dos alunos traz para a atividade experimental investigativa.

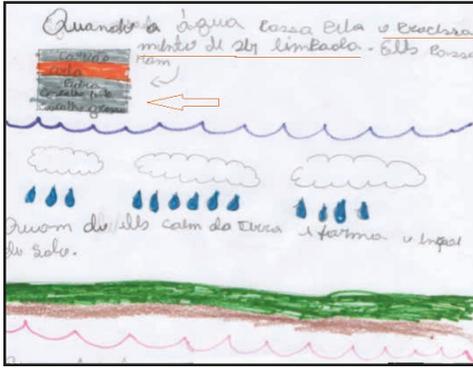


Figura 2 - Desenho do A3.

Fonte: Os autores (2023).

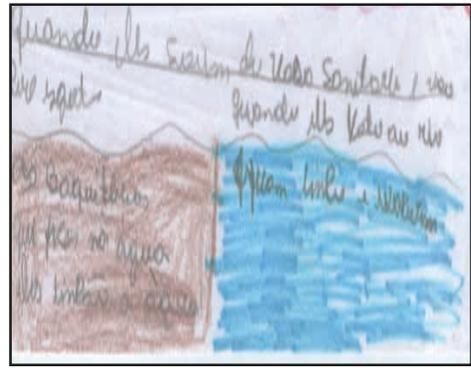


Figura 3 - Desenho do A3.

Fonte: Os autores (2023).

Na sua escrita (Figura 2) A3 retomou a questão que a água da chuva se infiltra na terra e que pode ser processada para “*ser limpada*”. Com isso, o pm1 em sua atividade permite a reelaboração das ideias discutidas durante a atividade experimental investigativa, por isso foi realizado presencialmente no clube, após as etapas de SEI anteriores. Ainda nesta SEI, destacamos a escrita do A3.

Podemos verificar que o A3 associou suas aprendizagens sobre misturas do cotidiano ao ciclo da água. O A3 descreve na figura 3: “*quando eles saem do vaso sanitário e vão para o esgoto, as bactérias que fica na água, eles limpam a água, quando elas volta ao rio ficam limpa e... (intranscritível) (grifo nosso)*”. Conforme Carvalho (2013) esta atividade é complementar, mas fundamental no ensino de ciências. Desta forma, identificou-se no A3, habilidades relacionadas às categorias “*crianças exploram (1a)*”, “*crianças fazem previsões (1c)*”, “*crianças usam observações como evidências (4)*”, “*compreendem a importância da mistura no cotidiano (3b)*”, “*descrevem as produções realizadas durante as investigações (1b)*” e com base na leitura de vídeo.

Entende-se que, o desenho e escrita do A3 podem ser ferramentas empregadas como meio de despertar as habilidades de investigação científica, integrando seus registros coerentes com o Nível de Investigação Guiada (nível 3) durante a SEI proposta na atividade misturas do cotidiano. Percebe-se que foi possível reconhecer que o Nível de Investigação Guiada (nível 3) e habilidades investigativas científicas, são satisfatórias para o desenvolvimento numa extensão contínua de aprendizagem relacionada com a experimentação investigativa, tanto para espaços de educação em espaços formais como não-formais de educação científica.

Os trabalhos executados no formato “*investigação guiada*” no ensino de ciências, onde educandos investigam a natureza e formas de substâncias do cotidiano com experimentação prática e debates abertos sob orientação de um professor têm como principal contribuição o incentivo ao interesse dos alunos acerca dos conteúdos de ciências,

bem como o desenvolvimento cognitivo e metacognitivo dos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do estudo foi analisar os níveis de atividades investigativas em atividade experimental sobre tipos de misturas e as possibilidades de desenvolvimento de habilidades científicas de alunos do 6º ano. Nesse processo foram oportunizadas práticas que permitiram a superação de obstáculos, com revisão de ideias, seus erros e reorganização de pensamentos. A atividade experimental investigativa favoreceu aos alunos predizerem os resultados de problemas propostos.

O desenvolvimento de níveis de atividades levou aos participantes atuarem de maneira interativa, motivados a superação de dificuldades que surgiram durante o processo investigativo. Em decorrência disso, os alunos perceberam que ciência está presente no cotidiano de vida. Sendo assim, ao questionar os alunos, o docente mediador promoveu atitudes, procedimentos e comunicação por meio de um nível 3 (guiada) de atividades investigativa.

Destaca-se, que a inserção da criança ao universo investigativo no ensino de ciências em espaços não formais de educação científica, o questionamento e a curiosidade com relação ao mundo são fatores fundamentais para o desenvolvimento de habilidades, uma vez que, favorece não só a construção de conteúdo conceitual, mas também o desenvolvimento de atitudes, procedimentos e comunicação científicos, melhores habilidades e competências, que só podem ser conseguidas através de uma orientação adequada e consciente do professor que relaciona o aprender ciências de forma constante entre o fazer e o pensar.

Desse modo, acredita-se os níveis de atividades investigativas propostas devem ser organizadas e planejadas, por agregar habilidades científicas, devendo serem experienciadas e, posteriormente, serem mais bem elaborada para a consolidação do ensino por investigação em espaços formais, informais e não formais para a popularização das ciências e o aprender com alegria.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: A. M. P. de Carvalho (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. (pp. 19-33). (2a ed.). São Paulo, SP: Cengage Learning. 2009.

BANCHI, H.; BELL, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. **Science and Children**, 46(2), 26-29. 2008.

BARBOSA, D. F. S. **Perguntas do Professor Monitor e a Alfabetização Científica de Alunos em Interações Experimentais Investigativas de um clube de Ciências**. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Pará, Belém, PA. 2019.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. (2a ed.). Lisboa, Portugal: Edições 70. 2011.

BRAGA, M. A. **Diálogo entre as múltiplas perspectivas na pesquisa em ensino de física**. São Paulo, SP: Livraria da física. 2016.

BORGES, A. T.; RODRIGUES, B. A. (2008). O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. In **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino Física**. Curitiba, PR. 2008.

CARVALHO, A. M. P. DE.; SASSERON, L. H. (2008). Almejando a Alfabetização Científica no ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, 13 (3), (pp. 333-352). 2008.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In A. M. P. de Carvalho. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. 1 (1-20). São Paulo, SP: Cengage Learning. 2013.

DANISH, J. A.; PHELPS, D. Representational Practices by the Numbers: How kindergarten and first-grade students create, evaluate, and modify their science representations. **International Journal of Science Education**, 33 (15). 2069-2094. 2011.

FLICK, U. **Introdução a pesquisa qualitativa**. Metodologia da pesquisa. (3a ed.). Porto Alegre, RS: Artmed. 2016.

FONTANA, D. **Psicologia para professores**. São Paulo, SP: Edições Loyola. 1998.

FRAIHA, S., *et al.* Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 40(4), e-4403-1/e-4403-7. 2018.

Howitt, C.; Lewis, S.; Upson, E. 'It's a mystery!' A case study of implementing forensic science in preschool as scientific inquiry. **Australasian Journal of Early Childhood**, 36(3), 45-55. 2011.

MALHEIRO, J. M. S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **ACTIO**, Curitiba, 1(1), pp. 108-127. 2016.

MARCUSCHI, L. A.; DIONÍSIO, A. P. (2007). **Fala e escrita**. Belo Horizonte, BH: Autêntica.

MORAES, T. S. V. de. **O desenvolvimento de processos de investigação científica para o 1o. ano do ensino fundamental**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2015.

ROCHA, C. J. T. **Desenvolvimento Profissional Docente em Perspectiva do Ensino por Investigação em um clube de Ciências da UFPA**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Pará, Belém, PA. 2019.

ROCHA, C. J. T. (2021). Desenvolvimento profissional docente e formação do sujeito criativo investigativo de acordo com a Base nacional comum curricular para o ensino de ciências. **Revista Brasileira de Educação**. 26 (260063), 1-19. 2021.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LÚCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. (3a ed.). São Paulo, SP: McGraw-Hill Interamericana do Brasil Ltda. 2006.

SANTOS, N. C. dos. **Atividade Experimental e o Desenvolvimento de Habilidades de Investigação Científica em um Clube de Ciências**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas. Universidade Federal do Pará, Belém, PA. 2019.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. As perguntas em aulas investigativas: a construção teórica de categorias. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, 12(2), 29-44. 2012.

SILVA, R. R. DA.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em Foco**. (p. 231-261). 2010.

ZOMPERO, A. DE F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. Curitiba, PR: Appris. 2016.

ZOMPERO, A. F.; GONÇALVES, C. E. Z.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas na disciplina de ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciênc. Educ.**, 23(2), 419-436. 2017.

CAPÍTULO 6

O.S.M.A.R. - O SUPER MATEMÁTICO AVALIADOR ROBÓTICO - O ROBÔ EDUCATIVO QUE ENSINA MATEMÁTICA COM DIVERSÃO

Data de aceite: 03/04/2023

Márcio Mendonça

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica PP/
CP
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

Jean Luca Pacagnan Vargas

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Acadêmico - Departamento Acadêmico de
Engenharia Elétrica (DAELE) - Cornélio
Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/4456297474275208>

Matheus Gil Bovolenta

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Acadêmico - departamento Acadêmico de
Engenharia Elétrica (DAELE) - Cornélio
Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/1518815195539638>

Emanuel Ignacio Garcia

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Acadêmico - departamento Acadêmico de
Engenharia Elétrica (DAELE) - Cornélio
Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/8501809850590859>

Fabio Rodrigo Milanez

Faculdade da Industria Senai - Londrina-
PR
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

Vera Adriana Huang Azevedo Hypólito

Departamento Computação-ETEC Estácio
de Sá - Ourinhos-SP
<http://lattes.cnpq.br/6169590836932698>

Marta Rúbia Pereira dos Santos

Departamento Computação-ETEC Estácio
de Sá - Ourinhos-SP
<http://lattes.cnpq.br/3003910168580444>

Janaína Fracaro de Souza Gonçalves

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica PP/
CP
<http://lattes.cnpq.br/1857241899832038>

José Augusto Fabri

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná Departamento Acadêmico de
Computação (DACOM) – Cornélio
Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/1834856723867705>

Michelle Eliza Casagrande Rocha

Engenheira Telecomunicações - Universidade Norte
do Paraná – Unopar – Kroton - Londrina-PR
<http://lattes.cnpq.br/4411484670091641>

Jancer Frank Zanini Destro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE) - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/9441194382598647>

Gabriela Helena Bauab Shiguemoto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE) - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/3301713295448316>

Rodrigo Rodrigues Sumar

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE) - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/1461760661483683>

Marcio Jacometti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento acadêmico das ciências
humanas e sociais aplicadas (DACHS)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/8509336134084374>

Carolina Ribeiro Rodrigues

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia
Elétrica (DAELE) - Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/4555794908984441>

RESUMO: O texto descreve o processo de modelagem, prototipagem e desenvolvimento do protótipo O.S.M.A.R. (O Super Matemático Avaliador Robótico), um robô educativo programado na plataforma Arduino. O objetivo do robô é gerar uma operação aleatória de tabuada e aguardar a resposta do usuário, reagindo positivamente caso a resposta esteja correta ou negativamente caso esteja incorreta, graças ao seu rosto interativo que possui boca e sobrancelhas que se movem, efeitos sonoros e olhos luminosos. O artigo também apresenta a metodologia do projeto, desde os planejamentos iniciais até a programação com linguagem C++ e a adaptação do código para a plataforma Arduino Mega 2560, além de retratar todo o processo de construção. É destacada a importância do Arduino na criação de projetos de baixo custo e de fácil acesso para entusiastas, estudantes e profissionais da área

de eletrônica e programação. E, de forma geral, como isso pode contribuir para inovações aplicáveis na educação fundamental e na aprendizagem de matemática utilizando a robótica educacional.

PALAVRAS CHAVE: Arduino, Osmar Protótipo, Ensino Fundamental Lúdico.

O.S.M.A.R. - THE SUPER MATHEMATICAL EVALUATING ROBOT - THE EDUCATIONAL ROBOT THAT TEACHES MATH WITH FUN

ABSTRACT: The text describes the process of modelling, prototyping, and developing the O.S.M.A.R. (The Super Math Evaluating Robot) prototype, an educational robot programmed on the Arduino platform. The robot's goal is to generate a random multiplication operation and wait for the user's response, reacting positively if the answer is correct or negatively if it is incorrect, thanks to its interactive face that has a mouth and eyebrows that move, sound effects, and glowing eyes. The article also presents the project methodology, from initial planning to programming with C++ language and adapting the code for the Arduino Mega 2560 platform, as well as portraying the entire construction process. The importance of Arduino in creating low-cost and easily accessible projects for enthusiasts, students, and professionals in the electronics and programming field is highlighted. And, in general, how this can contribute to applicable innovations in elementary education and mathematics learning using educational robotics.

KEYWORDS: Arduino, Osmar Prototype, Playful Elementary School.

1 | INTRODUÇÃO

A plataforma Arduino vem se destacando cada vez mais no campo da eletrônica e programação, proporcionando a criação de projetos acessíveis e de baixo custo para estudantes, entusiastas e profissionais da área. Com o progresso da tecnologia, o Arduino tem se mostrado como uma opção flexível e viável para a prototipagem de sistemas eletrônicos, permitindo que desenvolvedores e makers possam testar ideias de forma rápida e eficiente. Adicionalmente, contribui com inovações que podem ser aplicadas na educação básica, auxiliando no aprendizado de matemática elementar durante os anos iniciais.

A matemática é uma das disciplinas mais importantes no currículo escolar e tem um papel crucial no desenvolvimento cognitivo dos estudantes (Moura, 2019). No entanto, muitos alunos enfrentam dificuldades em aprender matemática, o que pode levar à desmotivação e à falta de interesse na disciplina (Santos et al., 2017).

Nesse contexto, a robótica educacional surge como uma opção promissora para melhorar a aprendizagem da matemática na educação básica. Segundo Silveira (2019), a utilização de robôs educativos pode tornar a matemática mais concreta e visual, facilitando a compreensão dos conceitos matemáticos pelos alunos.

Este artigo descreve o processo de desenvolvimento do protótipo O.S.M.A.R. (O Super Matemático Avaliador Robótico), um robô educativo programado com a plataforma

Arduino para gerar uma operação aleatória de tabuada (multiplicação de números entre 1 e 10) e aguardar a resposta do usuário, reagindo positivamente caso a resposta esteja certa ou negativamente caso esteja errada, graças à sua face interativa que possui boca e sobrancelhas que se movem, efeitos sonoros e olhos luminosos. Esse robô educativo pode ajudar a tornar o aprendizado da matemática mais divertido e interessante para os alunos, incentivando o engajamento e a motivação na disciplina.

De acordo com Santos et al. (2017), a robótica educacional pode contribuir para a melhoria da aprendizagem da matemática, especialmente no que diz respeito à resolução de problemas e ao raciocínio lógico. Além disso, a utilização de robôs educativos pode estimular a criatividade e a inovação dos alunos, desenvolvendo habilidades importantes para o mercado de trabalho (Silveira, 2019).

2 | METODOLOGIA

2.1 Planejamentos iniciais

O projeto O.S.M.A.R., a princípio, foi pensado e desenvolvido com a finalidade de se apresentar um projeto robótico interativo na Feira de Profissões edição 2022/2 que ocorreu nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procópio (UTFPR-CP), assim, o discente de engenharia elétrica da universidade, coautor deste artigo, junto ao projeto de extensão Overload, desenvolveu a ideia de um robô capaz de resolver operações de multiplicação e avaliar a resposta do usuário.

O nome dado ao robô foi uma homenagem por parte do mesmo acadêmico criador e desenvolvedor principal ao seu antigo professor do ensino médio, Osmar, e posteriormente atribuiu-se um acrônimo ao nome, formando a frase “O Super Matemático Avaliador Robótico”.



Figura 1 – O.S.M.A.R.

2.2 Materiais

MATERIAIS	QUANTIDADE
MICRO SERVO MOTOR 9G	3
LED RGB	2
RESISTOR 330Ω	6
BUZZER CLDZ	1
TECLADO MEMBRANA MATRICIAL	1
DISPLAY LCD 16X2	1
MÓDULO SERIAL I2C	1
ARDUÍNO MEGA 2560	1
JUMPER	23
FONTE 9V – 2A	1
PEÇA EM MODELAGEM 3D	7
MADEIRA MDF	3

Tabela 1 – Lista de materiais

O micro servo motor 9g é um componente eletrônico muito utilizado em projetos de robótica e automação, devido à sua alta precisão e tamanho compacto. Ele pode ser controlado através de um sinal PWM (Pulse Width Modulation), que é uma técnica utilizada para controlar a velocidade de motores e outros dispositivos elétricos. O sinal PWM envia pulsos elétricos para o servo motor, alterando a largura e a frequência desses pulsos é possível controlar a posição do motor e, conseqüentemente, a posição do objeto que ele está movimentando.

Buzzer CLDZ é um dispositivo eletrônico que produz um som quando uma corrente elétrica é aplicada a ele. Ele é composto por um elemento vibratório que converte energia elétrica em energia sonora.

O Teclado Membrana Matricial, que é utilizado em diversos equipamentos eletrônicos, como calculadoras, controles remotos e dispositivos de automação residencial, é composto por uma membrana flexível que possui contatos elétricos em sua superfície. Quando uma tecla é pressionada, ela faz contato com a membrana e fecha o circuito elétrico correspondente, enviando um sinal para o dispositivo.

O display LCD 16x2 é um componente eletrônico composto por 16 colunas e 2 linhas, esse tipo de display permite a apresentação de até 32 caracteres ao mesmo tempo. É um componente bastante versátil, pois pode ser controlado por meio de diversas plataformas, tais como microcontroladores, placas de desenvolvimento, entre outros.

O módulo I2C é um protocolo de comunicação serial utilizado para interconectar vários dispositivos eletrônicos em um sistema. Ele permite que os dispositivos se comuniquem uns com os outros de forma eficiente, transmitindo dados de forma bidirecional entre eles. O I2C é composto por dois fios: um fio para a transmissão de dados (SDA) e outro para a sincronização de clock (SCL).

2.3 Programação e prototipagem

Devido ao número de componentes utilizados, escolheu-se o Arduino Mega 2560, que é uma placa microcontroladora baseada no chip ATmega2560 da empresa Atmel. Esta é uma das placas mais poderosas da família Arduino, com 54 pinos digitais de entrada/saída, 16 canais analógicos, 4 portas seriais UART e uma memória flash de 256KB. O Mega 2560 é amplamente utilizado para projetos de automação residencial, robótica, controle de motores e outras aplicações que exigem processamento de dados e controle de hardware em tempo real, mostrando-se a escolha ideal para operar o projeto. A figura 2 mostra a versão do arduino empregada.

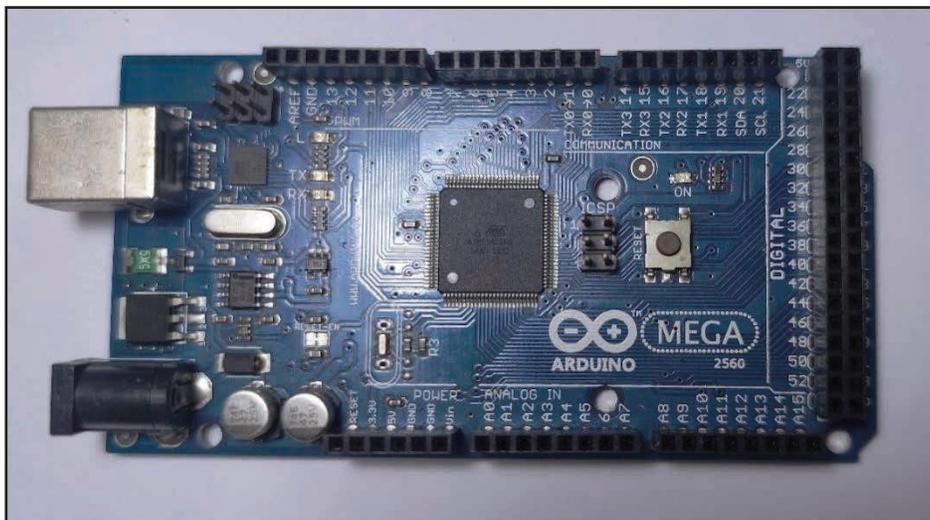


Figura 2 – Arduino Mega 2560

Primeiramente, desenvolveu-se o código básico em linguagem C++ utilizando o software DEV-C++, um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) gratuito e de código aberto para programação em C++ no sistema operacional Windows, este inclui um editor de código-fonte, um compilador, depurador e outras ferramentas úteis para programação.

O código inicial gerava uma operação de multiplicação aleatória e aguardava a resposta do usuário no computador, mostrando a pergunta “Quanto e?” no monitor, caso a resposta estivesse correta, a frase “Parabens! Esta correto!” aparecia na tela e o programa era encerrado, caso contrário, a frase “Incorreto! Tente novamente!” era exibida e a mesma operação era mostrada em looping até que o usuário acertasse a resposta.

Com a base do código funcionando, adaptou-se para a plataforma Arduino, modificando-se as funções e bibliotecas necessárias de modo que os componentes e peças eletrônicas respondessem aos comandos exigidos.

A primeira parte do código definitivo atribui as portas do Arduino Mega 2560 aos componentes eletrônicos: para os três micro servos motores atribuiu-se as portas analógicas PWM 2, 5 e 7, ao teclado membrana matricial as portas digitais 30, 31, 32, 33, 34, 35 e 36, para o buzzer a porta digital 49, aos terminais verde, vermelho e azul do LED RGB 1 (realiza a função de olho direito do robô) as portas digitais 40, 42 e 44 respectivamente, para os terminais verde, vermelho e azul do LED RGB 2 (realiza a função de olho esquerdo do robô) as portas digitais 41, 43 e 45 respectivamente e o módulo I2C, conectado ao display LCD 16x2, não precisou atribuir-se nenhuma porta no código, pois ele foi conectado às portas de comunicação SDA 20 e SCL 21.

Sequencialmente, programou-se o teclado membrana matricial para comunicar-se com o display LCD 16x2 junto ao módulo I2C. O código base foi adaptado para mostrar

as operações e frases no display LCD, ao iniciar o programa, a frase “Jogo da Tabuada” é exibida, seguida pela operação matemática. Nesta parte, o programa já efetuava sua função primordial: mostrar a operação de tabuada e avaliar a resposta do usuário.



Figura 6 – Display LCD abaixo e teclado membrana matricial acima.

Posteriormente, desenvolveu-se o código para controlar as feições e efeitos sonoros do projeto.

Os LEDs RGB, que atuam como olhos, ficam na cor azul enquanto o programa aguarda a resposta do usuário, assumem cor vermelha caso a resposta esteja incorreta e verde se estiver correta, retornando em seguida para azul.

Os micro servos motores têm sua rotação controlada por ângulo em uma faixa de 0° a 180°. Foram programados para controlar a boca e as sobrancelhas do robô. Enquanto o programa aguarda a resposta do usuário, todos os servos motores estão na posição 90° de seu eixo, se o usuário acertar a resposta, o servo da boca se move para 0° (rotacionando a boca para cima em 90 graus e criando um sorriso), o servo da sobrancelha esquerda passa para 120° e o da sobrancelha direita para 60°, proporcionando um aspecto de felicidade. Caso o usuário erre a resposta, o servo da boca move-se para 180° (rotacionando a boca para baixo em 90 graus), o servo da sobrancelha esquerda passa para 60° e o da sobrancelha direita para 120°, proporcionando um aspecto de raiva.

O buzzer é o responsável pelos efeitos sonoros. Em resposta positiva, o buzzer emite um sinal sonoro contínuo de um segundo, em resposta negativa, emite uma sequência de 6 sinais sonoros de um décimo de segundo.

Por fim, adicionou-se as frases “Correto!!!” e “Muito bem!” no display caso o usuário acerte, gerando outra operação de tabuada aleatória em sequência. Caso a resposta esteja errada, as frases “Errado!” e “Resposta:” aparecem seguidas pelo valor correto da operação. Todo o código se repete em looping gerando sempre uma nova multiplicação aleatória.

2.4 Modelagem

Trata-se de um protótipo, portanto a construção do O.S.M.A.R. foi realizada com economia, utilizando materiais já existentes e os recursos oferecidos pela universidade.

A estrutura do robô foi feita com placas de madeira MDF as quais foram cortadas em forma desejada e depois unidas. Na placa de madeira do rosto, foram feitos três furos para a fixação dos micro servos motores, que foram cuidadosamente ajustados para encaixar a boca

Os ângulos programados para os micro servos motores podem variar de acordo com a necessidade de se aperfeiçoar as feições do rosto do robô.

E as sobrancelhas em seus respectivos eixos. Adicionalmente, foi realizada uma abertura na parte inferior esquerda da placa de madeira, para a instalação do display LCD.

As partes do rosto foram projetadas utilizando o Tinkercad, um software de modelagem 3D online e gratuito desenvolvido pela Autodesk. Para a face, optou-se em formas simples, como círculos e retângulos. Além do rosto, também se projetou com o Tinkercad uma placa de identificação contendo o nome O.S.M.A.R.¹ e a frase referente ao acrônimo.



Figura 7 – Rosto modelado na plataforma Tinkercad



Figura 8 – Placa O.S.M.A.R. modelada na plataforma Tinkercad

¹ A letra “A” do acrônimo O.S.M.A.R. foi substituída pelo número “4” em referência a função realizada pelo robô, operações matemáticas com números, trazendo também familiaridade com tecnologia e robótica, já que nomes de robôs geralmente contém números.

Com todas as peças meticulosamente encaixadas, o robô tomou forma e se preparou para a última etapa de sua criação. O responsável por sua concepção decidiu por dar um toque de personalidade à sua aparência, optando por pintar a estrutura de preto e destacar as partes do rosto e letras da placa em um vibrante amarelo. Essa escolha de cores não foi feita aleatoriamente, mas sim em referência às cores da logo da UTFPR, uma homenagem à instituição que o inspirou.

Para aprimorar a usabilidade do robô, o Teclado Membrana Matricial foi colocado na parte inferior direita, facilitando a entrada de dados para as operações. As demais peças foram encaixadas com precisão e, por fim, iniciou-se a complexa montagem dos componentes eletrônicos na parte traseira do robô, com cuidado para garantir que tudo funcionasse perfeitamente. O resultado final foi um robô único, tanto em sua aparência quanto em sua funcionalidade.



Figura 9 – O.S.M.A.R. finalizado

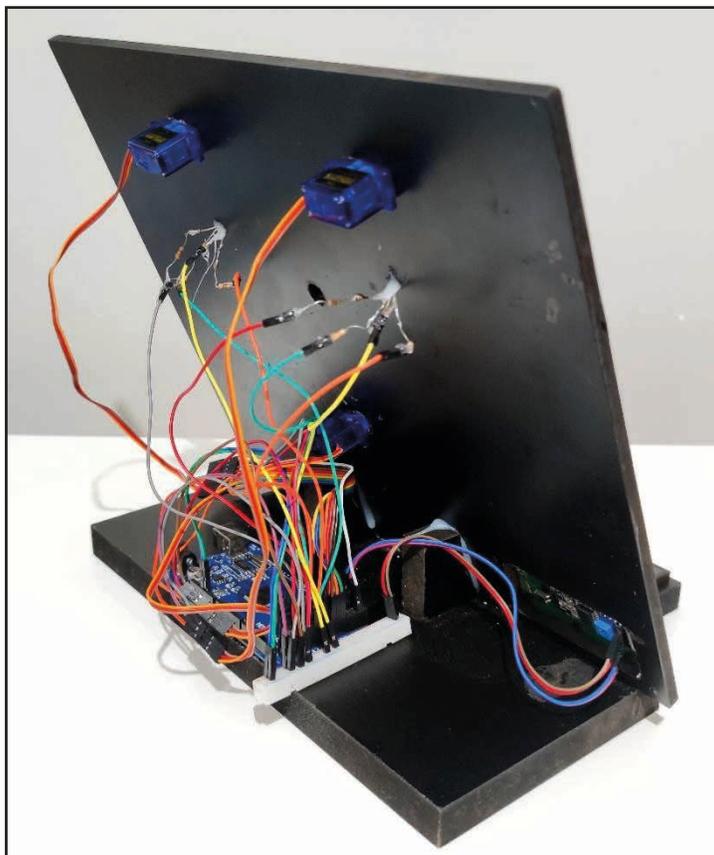


Figura 10 – Parte eletrônica

3 | RESULTADOS

Após a conclusão do projeto, foi realizado um teste no O.S.M.A.R para avaliar o seu desempenho. Durante o teste, foi constatado que a fonte do computador utilizada para alimentar o Arduino Mega 2560 estava causando problemas na fluidez dos servos motores e mau funcionamento do display LCD. Segundo Silva e Ribeiro (2021), é recomendado utilizar uma fonte externa de 9V e 1A para garantir um desempenho adequado do sistema. Além disso, observou-se que interferências nas conexões do módulo I2C conectado ao display LCD, como batidas acidentais, podem prejudicar o seu funcionamento. No entanto, para solucionar esse problema, basta reiniciar o Arduino por meio de seu botão reset (SILVA; RIBEIRO, 2021). Essas medidas garantem um melhor desempenho e funcionamento adequado do O.S.M.A.R.



Figura 11 – O.S.M.A.R. em funcionamento

Após a conclusão dos testes, o O.S.M.A.R. foi apresentado na Feira de Profissões da UTFPR-CP, onde cativou o público composto por alunos do ensino médio e professores de diversas escolas de Cornélio Procópio. Durante os dois dias do evento, o robô impressionou a todos com seu desempenho exemplar, demonstrando confiabilidade e eficiência. Isso, sem dúvida, contribuiu para aumentar sua popularidade e despertar o interesse e a curiosidade dos visitantes que tiveram a oportunidade de interagir com ele.

Após a conclusão dos testes, o O.S.M.A.R. foi apresentado na Feira de Profissões da UTFPR-CP, onde cativou o público composto por alunos do ensino médio e professores de diversas escolas de Cornélio Procópio. Durante os dois dias do evento, o robô impressionou a todos com seu desempenho exemplar, demonstrando confiabilidade e eficiência. Isso, sem dúvida, contribuiu para aumentar sua popularidade e despertar o interesse e a curiosidade dos visitantes que tiveram a oportunidade de interagir com ele.

Segundo Barbosa e Almeida (2021), é possível aprimorar tanto a modelagem quanto o código do protótipo O.S.M.A.R. para alcançar um resultado final mais completo. Entre as possíveis melhorias, destaca-se a inclusão de um display maior e a substituição do teclado membrana matricial por uma opção de melhor desempenho. Além disso, a fabricação total do produto pode ser realizada com softwares de modelagem para ser impressa em uma

impressora 3D.

Outra ideia considerada foi a adição de novas operações matemáticas e jogos envolvendo números.

Para tal, foi pensado em incluir uma função inicial que permita ao usuário escolher o modo de jogo entre diversas opções disponíveis, como o “Jogo da Tabuada”, operações de adição e subtração, jogos da memória, entre outras atividades que envolvam matemática e números Faria e Almeida (2018).

Algumas vantagens podem ser observadas com o emprego desse protótipo. A utilização de um robô para ensinar tabuada para crianças pode trazer diversas vantagens em relação aos métodos de ensino tradicionais. Em primeiro lugar, o robô pode ser um elemento motivador para as crianças, já que a presença de um dispositivo tecnológico pode despertar o interesse e a curiosidade dos pequenos. Além disso, a interação com um robô pode tornar o aprendizado mais lúdico, o que pode facilitar o processo de assimilação dos conteúdos.

Segundo Faria e Almeida (2018), a utilização de tecnologias educacionais, como robôs, pode contribuir para o desenvolvimento cognitivo e social das crianças, além de promover a aquisição de habilidades importantes, como pensamento crítico e resolução de problemas. Além disso, a utilização de um robô para ensinar tabuada pode permitir um acompanhamento mais individualizado do aprendizado de cada criança, já que o robô pode ser programado para identificar as dificuldades de cada uma e adaptar as atividades de acordo com suas necessidades.

Outra vantagem é que o robô pode proporcionar uma aprendizagem mais significativa, já que as crianças podem ver na prática como a tabuada funciona e como os números se relacionam entre si, ao invés de apenas memorizar fórmulas e resultados. Segundo Sá, Leite e Bicalho (2021), a utilização de tecnologias interativas, como robôs, pode ser uma alternativa para tornar o ensino mais atrativo e envolvente para as crianças.

Dessa forma, a utilização de um robô para ensinar tabuada pode trazer diversas vantagens em relação aos métodos de ensino tradicionais, contribuindo para um aprendizado mais significativo, individualizado e lúdico das crianças. As Figuras 12, 13, 14 e 15 mostram os resultados do display. Já as Figuras 16 e 17 as expressões do protótipo.

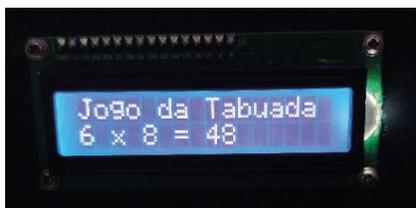


Figura 12 – Resultado correto



Figura 13 – Resposta parabenizando o usuário

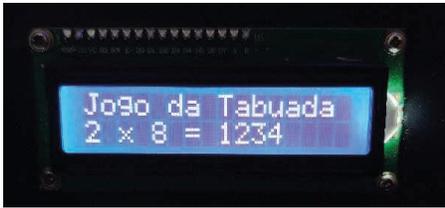


Figura 14 – Resultado incorreto



Figura 15 – Mensagem ao usuário mostrando a resposta correta



Figura 16 – O.S.M.A.R. reagindo positivamente ao acerto do usuário



Figura 17 – O.S.M.A.R. reagindo negativamente ao erro do usuário

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo O.S.M.A.R é um robô interativo desenvolvido com a finalidade de melhorar o ensino de matemática básica na educação fundamental por meio da robótica educacional. Ele utiliza expressões faciais humanizadas e efeitos sonoros para manter o interesse dos alunos, tornando-se uma valiosa ferramenta de ensino. Por ser de baixo custo e utilizar a plataforma Arduino, é uma solução acessível e eficaz. Além disso, é altamente versátil e pode ser evoluído para tornar-se ainda mais recreativo e despertar a curiosidade dos alunos. O O.S.M.A.R é, portanto, uma inovação educacional divertida, eficaz e acessível para a aprendizagem de matemática básica na educação fundamental.

Futuros trabalhos endereçam mais operações matemáticas com o protótipo, como soma e subtração e investigar algumas restrições com mais acurácia como supracitado, por exemplo.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Version 1.8.15. Disponível em: <http://www.arduino.cc>. Acesso em: 11 mar. 2023.

ALMEIDA, C. M. Aprendendo Arduino: Introdução à plataforma de prototipagem eletrônica. São Paulo: Editora Érica, 2020.

AUTODESK. Tinkercad. Version 1.4. [S.l]: Autodesk Inc., 2022. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>. Acesso em: 11 mar. 2023.

FARIA, M. A.; ALMEIDA, R. A. Fundamentos de estatística. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2018.

MOURA, M. C. A importância da matemática na educação básica. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 4, n. 9, p. 6-13, 2019.

SANTOS, R. A. et al. Robótica educacional como ferramenta para o ensino de matemática. Revista Científica da FASETE, v. 3, n. 1, p. 96-107, 2017.

SÁ, F. F.; LEITE, J. C. B.; BICALHO, P. J. P. Análise do comportamento do consumidor de cervejas especiais: estudo de caso em Belo Horizonte/MG. Revista Interdisciplinar de Marketing, v. 11, n. 2, p. 1-19, 2021.

SILVEIRA, A. C. A. A robótica educacional como ferramenta didática na educação matemática. Encontro Nacional de Educação Matemática, p. 1-10, 2019.

SILVA, J. A.; RIBEIRO, L. M. D. Robótica educacional: conceitos e aplicações. São Paulo: Novatec Editora, 2021.

ERNANE ROSA MARTINS - Pós-Doutorado em E-learning pela Universidade Fernando Pessoa (UFP). Doutor em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa (UFP), em Porto/Portugal, reconhecido como equivalente ao curso de Doutorado em Ciência da Informação, da UnB. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela UCG, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador líder do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1543-1108>. Página pessoal: <https://ernanemartins.wordpress.com/>

A

Algoritmos 36, 43, 44

Amostras 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 21

Análise 1, 3, 4, 7, 8, 11, 13, 14, 19, 31, 32, 36, 52, 55, 57, 60, 61, 64, 80

Aprendizagem 23, 24, 31, 32, 36, 47, 48, 52, 53, 62, 65, 68, 69, 78, 79

Arduino 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 42, 67, 68, 69, 71, 72, 76, 79

Assistentes virtuais 36, 37, 38, 42, 43

Autônomos 25, 31, 37, 42, 43, 44

C

Café 1, 2, 3, 6

Chatbots 36, 37, 38, 42, 43, 45, 46

Clube de ciências 47, 54, 65

Componentes 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 28, 71, 72, 75

Conhecimento 24, 31, 37, 44, 48, 53, 56, 60, 80

D

Desengordurado 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19

E

Educação 1, 32, 33, 34, 35, 41, 42, 47, 52, 62, 63, 64, 65, 68, 79, 80, 81

Ensino 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 35, 41, 42, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 56, 59, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 77, 78, 79, 80

Espectroscopia 1

Extrato 1, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19

F

Ferramenta 23, 24, 26, 79, 80

H

Habilidades investigativas 48, 51, 62

I

Indústria 4.0 35, 39, 40, 41, 44

Inteligência artificial 25, 34, 35, 36, 39, 41, 42, 43, 44

Investigação 26, 27, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

L

Leite 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 55, 78, 80

Lúdico 23, 26, 27, 35, 68, 78

M

Matemática 22, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 35, 37, 63, 64, 66, 68, 69, 73, 78, 79, 80

Microcontrolador 23, 27, 28

P

Problema 26, 49, 53, 54, 58, 59, 61, 76

Produção 11, 13, 18, 19, 20, 21, 39, 40, 61, 81

Programação 25, 27, 67, 68, 71, 72, 81

Proteína 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19

Protótipo 26, 28, 29, 32, 42, 67, 68, 74, 77, 78, 79

R

Resolução 23, 24, 26, 37, 47, 48, 54, 58, 59, 69, 78

Robô 22, 24, 26, 27, 30, 31, 32, 37, 42, 66, 67, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79

Robótica 23, 25, 26, 27, 32, 35, 36, 37, 39, 42, 43, 44, 68, 69, 71, 74, 79, 80

S

Sazonalidade 11, 13, 14, 19

Software 1, 2, 4, 72, 74, 81

T

Tabuada 22, 26, 28, 29, 31, 42, 67, 69, 73, 74, 78

Ciência, Tecnologia e Inovação:

Experiências, Desafios e Perspectivas 3



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2023

Ciência, Tecnologia e Inovação:

Experiências, Desafios e Perspectivas 3



 www.arenaeditora.com.br

 contato@arenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/arenaeditora.com.br


Ano 2023