

# REPRESENTAÇÕES SOCIAIS EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS SOBRE A AUTOMATIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS EM APOIO AO ENSINO DE FÍSICA NO LABORATÓRIO DIDÁTICO

SOCIAL REPRESENTATIONS IN SCIENTIFIC PUBLICATIONS ABOUT THE USE OF TECHNOLOGICAL RESOURCES TO SUPPORT THE TEACHING OF PHYSICS IN THE DIDACTIC LABORATORY

Adriana de Andrade<sup>1</sup>, Marcelo Zanotello<sup>2</sup>

Recebido: março/2023 Aprovado: dezembro/2023

**Resumo:** Este estudo investiga as representações sociais presentes em artigos científicos sobre automatização da coleta de dados, utilizando o Arduino e o Software Tracker, em apoio ao ensino de física, publicados no período de 2011 a 2022. A árvore máxima de similitude e a nuvem de palavras destacam termos salientes, como "experimento", "Arduino" e "físico", refletindo uma ênfase nas dimensões práticas e técnicas de automatização. A Teoria das Representações Sociais e a Teoria do Núcleo Central fornecem um arcabouço conceitual para compreender a evolução das percepções. A representação social predominantemente sugere que a automatização da coleta de dados é percebida como uma ferramenta eficiente. No entanto, evidencia-se a necessidade de uma mudança de paradigma, na qual a tecnologia seja integrada como um recurso didático que capacita os alunos a explorar e compreender os conceitos físicos de maneira significativa. O estudo ressalta a importância em promover uma compreensão mais profunda e reflexiva das implicações pedagógicas sobre a automatização da coleta de dados. Tal compreensão pode permitir aos educadores explorarem o potencial da tecnologia não apenas como ferramenta, mas como uma descoberta para uma aprendizagem enriquecedora e contextualizada em física.

**Palavras-chave:** Arduino, ensino de física, software tracker, teoria das representações sociais.

**Abstract:** This study investigates the social representations present in scientific articles on automating data collection, using Arduino and Tracker Software, in support of physics teaching, published between 2011 and 2022. The maximum similarity tree and the word cloud highlight salient terms such as "experiment", "Arduino" and "physicist", reflecting an emphasis on the practical and technical dimensions of automation. The Theory of Social Representations and the Central Core Theory provide a conceptual framework for understanding the evolution of perceptions. The social representation predominantly suggests that the automation of data collection is perceived as an efficient tool. However, there is a need for a paradigm shift, in which technology is integrated as a teaching resource that enables students to explore and understand physical concepts in a meaningful way. The study highlights the importance of promoting a deeper and more reflective understanding of the pedagogical implications of automating data collection. Such an understanding can allow educators to explore the potential of technology not only as a tool, but as a discovery for enriching and contextualized learning in physics.

**Keywords:** Arduino, physics teaching, tracker software, theory of social representations.

<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-1886-8313> Licenciada em Matemática no IFSP Campus Caraguatatuba/SP. Mestrado em Ensino de Física no ENCIMA/IFSP Campus São Paulo. Aluno de doutorado na UFABC, Santo André, São Paulo, Brasil. Correspondência: Avenida dos Estados, 5001, Bloco B, 10º andar, sala 1044 - Bairro Bangu. CEP 09280-560, Santo André, São Paulo, Brasil. [adriana.andrade@ufabc.edu.br](mailto:adriana.andrade@ufabc.edu.br)

<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-2661-8637> graduado e licenciado em Física na UNICAMP. Mestrado e Doutorado em Engenharia Mecânica na UNICAMP, Campinas, São Paulo, Brasil. Correspondência: Avenida dos Estados, 5001, Bloco B, 10º andar, sala 1044 - Bairro Bangu. CEP 09280-560, Santo André, São Paulo, Brasil. [marcelo.zanotello@ufabc.edu.br](mailto:marcelo.zanotello@ufabc.edu.br)

## 1. Introdução

A educação é uma dimensão essencial da vida humana, em constante evolução, com os educadores desempenhando um papel crucial na formação de futuros cidadãos críticos e competentes. Em uma sociedade que experimenta uma crescente disponibilidade de tecnologias para uso em contextos educacionais, estudos como os de Webb (2005) e Zandvliet (2012) têm contribuído para reflexões acerca das potencialidades e limitações da integração de recursos tecnológicos ao ensino e aprendizagem das ciências naturais, destacando frutíferas mediações que podem ser estabelecidas entre professores e estudantes para a construção do conhecimento científico com o uso da tecnologia.

No que se refere ao ensino de física, autores como Millar (2014); Larronda et al (2015); Laburú, Barros e Kanbach (2016); Andrade e Teixeira (2017); Corrallo (2017); Ricardo (2020); Andrade (2021) indicam que a utilização de determinados recursos tecnológicos no laboratório didático para a realização de práticas experimentais pode se constituir em um meio para a promoção de aspectos relevantes da educação científica em diversos níveis de ensino.

Segundo Andrade e Teixeira (2018, p.1), atividades experimentais mediadas pelos professores com o uso da tecnologia podem contribuir com o “[...] desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão consciente na atual sociedade científica e tecnológica [...]”. Em especial, no ensino de física, se a intencionalidade pedagógica consiste no trabalho com conceitos físicos, de modo integrado à utilização didática de recursos tecnológicos, propiciando uma reflexão acerca de suas funções sociais e aplicações, o processo de ensino e aprendizagem pode oportunizar uma nova forma de contato com a física.

A eficiência de um processo de ensino e aprendizagem pode ser evidenciada quando há uma compreensão manifestada acerca de conceitos físicos, bem como de características e propriedades dos recursos tecnológicos empregados, proporcionando uma relevante atribuição de sentidos por parte dos estudantes em relação aos saberes científicos e tecnológicos envolvidos. Assim, o laboratório didático de física, em especial no momento da coleta de dados automatizada, pode ser uma estratégia de valor pedagógico, uma vez que contempla tanto conceitos físicos quanto aspectos técnicos das tecnologias empregadas.

A Base Nacional Comum Curricular preconiza o emprego de diversas “[...] ferramentas de software e aplicativos para compreender e produzir conteúdo em diversas mídias, simular fenômenos e processos das diferentes áreas do conhecimento (BRASIL, 2018, p.475)”. Desse modo, o uso da automatização da coleta de dados pode ser uma estratégia de aprendizagem para o estudante desenvolver capacidades em planejar e montar um experimento, conhecer a linguagem básica de programação e implementar a coleta de dados, proporcionando maior rapidez e precisão na obtenção dos dados e dedicando maior tempo para aprofundar-se nos conceitos físicos em questão.

Em atividades práticas experimentais é possível utilizar estratégias que envolvam a inovação pedagógica e tecnológica. Para tanto, o professor deve estar consciente de sua intencionalidade didática para a escolha metodológica, oferecendo subsídios aos estudantes para desenvolverem habilidades e competências para a automatização da coleta de dados, construindo saberes e tornando-se protagonista da própria aprendizagem.

Considerando a importância de atividades práticas experimentais no laboratório didático de física, neste trabalho realiza-se um levantamento bibliográfico de artigos científicos publicados no Brasil na última década, com dupla finalidade: analisar as funções atribuídas a determinados recursos tecnológicos, em especial no âmbito da automatização da coleta de dados em práticas experimentais que utilizam a placa de prototipagem Arduino e o software Tracker; e investigar as representações sociais manifestas nos artigos encontrados ao abordarem tais recursos para a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física.

Nossa questão básica de pesquisa consiste, portanto, em compreender que representações sociais são manifestas nos trabalhos científicos encontrados no levantamento a respeito da utilização do Arduino e do Tracker em apoio ao ensino de física no laboratório didático.

Diante do exposto, na próxima seção introduzimos brevemente os recursos tecnológicos Arduino e Tracker. Em seguida, explicitamos nossos referenciais teóricos e metodológicos para, então, apresentarmos e analisarmos os resultados do levantamento realizado e concluir o estudo.

## 2.0 Arduino e o Tracker no Ensino de Física

A placa de prototipagem Arduino é um recurso tecnológico que permite automatizar a coleta de dados no laboratório de física, sendo relativamente mais econômico do que a implantação de um sistema comercial de automatização de coleta de dados. Possui entradas para dispositivos externos, como sensores de ambiente para registros de temperatura, pressão, posição etc., possibilitando a aquisição automática de dados. Além disso, a rapidez da coleta de dados pode proporcionar um tempo maior para discussão nas aulas referente à análise dos resultados e aos conceitos físicos estudados.

Os autores Souza (2011); Vera et al (2014); Larronda et al (2015), mencionam que o uso do Arduino como recurso didático pode ampliar o interesse tanto nos alunos em se envolverem ativamente no aprendizado, quanto nos professores em criarem situações que auxiliem o desenvolvimento de determinadas habilidades. Vale salientar que para o professor adquirir certos saberes técnicos relativos à montagem dos experimentos e desenvolver saberes pedagógicos para articular aos conceitos físicos, mediando o processo de ensino e aprendizagem, requer dedicação e pesquisa. Entretanto, o Arduino apresenta facilidade na utilização na medida em que pessoas que não são da área técnica podem aprender e criar os próprios projetos em um tempo relativamente curto (MCROBERTS, 2015, p.20).

Assim, o professor pode se apropriar desses saberes técnicos, por exemplo, por meio de cursos de formação continuada. Na elaboração do planejamento de uma atividade é recomendável que o professor proporcione a participação efetiva do aluno, de modo que este participe ativamente de todo o processo para o desenvolvimento de saberes na construção de uma postura investigativa no âmbito do seu próprio aprendizado.

Por sua vez, o software Tracker consiste em um sistema operacional livre, que trabalha com a linguagem Java, registrando o vídeo de um objeto em movimento e apresentando sua posição exata em diferentes instantes de tempo. É um recurso que permite discutir os conceitos físicos, pois produz rapidamente, a partir dos dados obtidos nos vídeos, um gráfico que permite ajuste de curvas, propiciando um momento ideal para analisar os fenômenos estudados.

Segundo Abri, Araújo e Veit (2005), ao automatizar a coleta de dados, os ganhos em relação à atividade consistem em enriquecer as experiências, sobretudo, na redução do tempo da coleta de dados, como também no envolvimento do aluno. Ao coletar dados manualmente, o processo costuma ser mais trabalhoso e impreciso em relação ao processo automatizado, de modo que, em posse de dados mais qualificados, pode-se empreender uma melhor análise.

Diante do exposto, este estudo se justifica em conformidade com as ideias de Haag, Araújo, Veit, (2005); Millar, (2014); Larronda et al. (2015); Laburú, Barros e Kanbach, (2016); Corrallo, (2017); Andrade, (2021) sobre o uso de recursos tecnológicos articulados ao ensino de física, que tende a configurar-se como uma estratégia interessante para promover a aquisição de saberes conceituais e tecnológicos, principalmente, em atividades que tenham a participação engajada dos estudantes no laboratório didático de física.

### 3. Arcabouço Teórico e Metodológico

Consideramos para este estudo a Teoria das Representações Sociais e a Teoria do Núcleo Central como referenciais teórico-metodológicos. A Teoria das Representações Sociais (TRS) decorre da tese de doutorado de Sergè Moscovici, defendida na França em 1961, intitulada "*La psychanalyse - Son image et son public*", sendo por ele definida como uma forma de Psicologia Social do Conhecimento.

Nas palavras de Moscovici (2007, p.41) "[...] as representações sociais são entidades quase tangíveis. Elas circulam, cruzam-se e se cristalizam incessantemente através de uma fala, um gesto, um encontro em nosso universo cotidiano". Para este teórico, o significado de uma representação social dentro de um contexto molda o indivíduo para determinado comportamento, reproduzindo assim, representações que se perpetuam em uma sociedade.

O significado de uma representação social (RS) é uma forma de entender o comportamento no meio social, em especial, em um grupo concedente, no qual suas interações tendem a posicioná-lo em eventos, objetos e comunicações. A representação social tem natureza ideológica, desenvolve uma linguagem comum, encaminhando os indivíduos para compartilharem as mesmas ações dentro de um mesmo grupo. Neste ponto, Jodelet (2019) menciona as experiências cotidianas, nas quais enraízam-se representações que tendem a fixar no indivíduo um comportamento coeso, ou seja, o grupo permanece com o mesmo discurso, operando de forma igualitária no interior do grupo social.

Em relação ao referencial metodológico, a Teoria do Núcleo Central (TNC) foi desenvolvida por Jean-Claude Abric, em 1976, na sua tese de doutorado intitulada: "*Jeux, conflits et représentations sociales*", na Université de Provence, na França. Para a TNC, toda representação é organizada em torno de um núcleo central, isto é, "[...] o núcleo central é o

elemento fundamental da representação, pois determina simultaneamente o sentido e a organização da representação (ABRIC, 2001, p.12)”.

Segundo Abric (2001, p.47) o “[...] núcleo central é o elemento essencial de toda representação”. No núcleo central, a representação não precisa de nenhuma ação para se manter em estado de conservação. O núcleo central pode ter uma dimensão funcional e uma dimensão normativa. A dimensão funcional está relacionada à finalidade operatória e a dimensão normativa está relacionada aos valores e a aspectos sócio afetivos, pertencentes ao meio social do grupo (ANDRADE, 2021, p.32).

Segundo Abric (2001), existem quatro funções fundamentais e que seguem uma sequência de para a perpetuação da representação. São elas: função saber, função identidade, função orientação e função justificativa:

*Função saber: permite ao indivíduo adquirir conhecimentos e se integrar ao grupo, em coerência com seu funcionamento cognitivo e com os valores aos quais o grupo adere. Função de identidade: têm a função de situar indivíduos e grupos no campo social, [permitem] a elaboração de uma identidade social e pessoal gratificante; isto é, compatível com os sistemas de normas e valores social e historicamente determinados. Em referência às RS que definem a identidade de um grupo irá, por outro lado, desempenhar um papel importante no controle social exercido pela comunidade sobre cada um de seus membros, particularmente nos processos de socialização. Função Orientação: determina a orientação de comportamentos pela RS do sujeito, ou seja, essa função define o que é legal, tolerável ou inaceitável em um determinado contexto social. Função Justificativa: permite que os indivíduos expliquem e justifiquem seu comportamento em uma situação ou em consideração ao grupo. (ABRIC, 2001, p. 17, tradução nossa).*

Diante das quatro funções, as representações solidificam-se no núcleo central. Nas palavras do autor a “[...] função da representação é perpetuar e justificar a diferenciação social, podendo - como os estereótipos - reivindicar discriminação ou manter uma distância social entre os respectivos grupos.” (ABRIC, 2001, p. 17, tradução nossa). O autor acrescenta que “[...] a representação social é definida pela homogeneidade da população [...]” (ABRIC, 2001, p. 33, tradução nossa). Desse modo, toda representação de um objeto social se estrutura em torno do núcleo central. Além do núcleo central, Abric (2001) apresenta o sistema periférico, que é propenso às mudanças com certa ponderação, proporcionando novas interpretações, tornando-se mais flexível”.

No contexto de nossa pesquisa, a representação social em questão está relacionada à automatização da coleta de dados no ensino de física. O núcleo central dessa representação pode abranger conceitos fundamentais, como a eficiência e a praticidade que a automatização oferece na obtenção de dados precisos. No entanto, a nossa análise revela que o sistema periférico desempenha um papel significativo na maneira como essa representação é construída e adaptada em resposta ao avanço tecnológico. O sistema periférico consiste em elementos menos impactantes e mais flexíveis da representação social.

Com este arcabouço teórico e metodológico, mapeamos as possíveis representações de professores/autores de artigos científicos sobre automatização da coleta de dados para o ensino de física. Na sequência apresentamos a metodologia desta pesquisa.

## 4. Metodologia

A presente investigação consiste em um estudo bibliográfico, com uma abordagem mista de pesquisa (Creswell & Creswell, 2021). Foi realizado um levantamento de artigos na base de dados SCIELO entre os anos de 2011 e 2022, com o tema da automatização da coleta de dados no laboratório didático de física e com os recursos tecnológicos placa de prototipagem Arduino e software Tracker.

O levantamento dos dados consistiu na triagem de artigos em português sobre Arduino e o Tracker em apoio ao ensino de física. Buscamos artigos em português devido ao escopo do estudo, que consiste em investigar as possíveis representações sociais de professores/autores brasileiros sobre a automatização da coleta de dados.

Os dados foram coletados no mês de fevereiro do ano de 2023, realizando-se um levantamento na base de dados Scientific Electronic Library Online (SCIELO) com as seguintes palavras-chaves, usadas na busca com os seguintes descritores: “Tracker and ensino de física” e “Arduino and ensino de física”. Com o descritor Arduino e o ensino de física foram encontrados 40 artigos na base entre 2011 e 2022. Por sua vez, na busca com o descritor Tracker e ensino de física foram encontrados 16 artigos no período entre 2011 e 2020, ressaltando-se que na base de dados SCIELO não encontramos publicações posteriores a 2020.

A partir dos artigos selecionados, investigamos a formação acadêmica do autor principal por meio do currículo Lattes. Assim, na tabela 1 apresentamos a área de formação do autor de maior título de pós-graduação e na segunda coluna descrevemos o recurso tecnológico discutido no artigo. Vale destacar que classificamos como área técnica os autores com pós-graduação em física ou engenharias, e como área de educação/ensino os autores pós-graduados na área de ensino de ciências ou educação.

*Tabela 1 - Quantitativo de artigos encontrados em função do recurso tecnológico utilizado e da área de formação do autor principal.*

| Formação  | Recurso tecnológico | Área de formação | Quantidade |
|-----------|---------------------|------------------|------------|
| Doutorado | Arduino             | Educação/Ensino  | 6          |
| Doutorado | Arduino             | Técnica          | 34         |
| Doutorado | TRACKER             | Educação/Ensino  | 5          |
| Doutorado | TRACKER             | Técnica          | 11         |

Fonte: Os autores.

Nota-se na tabela 1 a maioria de autores da área técnica, o que indica uma predominância deles na investigação da integração dos recursos tecnológicos em relação ao ensino e aprendizagem da física. Os artigos configuram-se principalmente como proposições para o

professor de física da educação básica ou do ensino universitário seguir, com roteiros para a construção dos experimentos, seguidos de uma apresentação dos conceitos físicos envolvidos. Deste modo, queremos chamar a atenção, sobretudo, na baixa participação de autores advindos da área da educação.

A análise estatística foi realizada pelo Software IRAMUTEQ, versão 0.7 alpha. Segundo Andrade (2021, p.51), “[...] o software faz duas ações ao mesmo tempo: a primeira é identificar as ocorrências simultâneas de termos e a segunda é a distribuição de classes por proximidade semântica das palavras”. O IRAMUTEQ relaciona as palavras que possuem o mesmo significado e sentido dentro de um contexto, por exemplo: quarto/dormitório/aposento; casa/lar/moradia; ensinar/lecionar/ministrar.

O software apresentou dois grafos: a árvore de máxima similitude e a nuvem de palavras. A árvore máxima de similitude se apresenta por meio de grupos de palavras com maior evocação, e a nuvem de palavras se apresenta por meio de um aglomerado de palavras com o termo mais evocado aparecendo em destaque em relação às outras palavras com menor evocação. Cumpre salientar que os grafos facilitam a compreensão de uma representação social, com o software gerando as tabelas de frequência que proporcionam uma análise estatística do objeto de estudo.

Assim, o procedimento da análise dos dados consistiu das seguintes etapas: i) os resumos dos artigos foram agrupados em um único corpus para ser feito o tratamento textual; ii) foram substituídos termos com o mesmo significado, tais como, alunos e discentes, que foram substituídos por “estudantes”; iii) foi utilizado o recurso “underline” para unificar alguns termos, tais como: “ensino\_médio” e “ensino\_superior”; iv) o tratamento estatístico do corpus foi realizado no software IRAMUTEQ; v) foram produzidos dois grafos: a Árvore Máxima de Similitude e a Nuvem de Palavras. Tanto a Árvore Máxima de Similitude quanto a Nuvem de Palavras foram gerados a partir da frequência dos termos evocados dentro do corpus. Vale ressaltar que os artigos foram lidos na íntegra, entretanto no software foram processados todos os resumos inseridos em um único corpus.

## 5. Resultados e Análises

Nesta seção exploramos os resultados sobre as representações sociais de autores de artigos científicos, que são professores doutores que pesquisaram sobre a automatização da coleta de dados para o ensino de Física. Apresentamos os dados por meio de um grafo de árvore de máxima similitude e um grafo de nuvem de palavras, sendo possível identificar padrões, conexões e agrupamentos de dados.

Na figura 1 apresentamos a árvore máxima de similitude, em que cada nó representa um termo e as arestas são como conexões que refletem as relações de semelhança em relação ao uso da automatização para coleta de dados. Observa-se que a espessura da aresta representa maior frequência e conectividade do termo dentro do corpus. Assim, o grafo proporciona uma visão abrangente das representações sociais dos professores/autores em relação à automatização da coleta de dados, por meio da frequência estatística dos termos evocados dentro do corpus.



|    |                   |    |   |    |
|----|-------------------|----|---|----|
| 7  | conceitos_físicos | 33 | 2 | 37 |
| 8  | coleta_de_dados   | 32 | 5 | 35 |
| 9  | rapidez           | 31 | 4 | 34 |
| 10 | sistema           | 30 | 2 | 33 |

Fonte: Os autores.

Diante da apresentação do grafo e da tabela, torna-se pertinente mencionar que a coocorrência identifica padrões e estruturas de pensamento compartilhados por um grupo social. Torna-se uma funcionalidade fundamental para identificar as representações sociais dentro de um grupo.

Neste ponto, identificar as representações sociais ajuda na compreensão de como as ideias estão interconectadas no intelecto das pessoas, o que permite identificar os elementos centrais e fundamentais de uma representação social, podendo identificar um obstáculo didático tecnológico. Deste modo, observa-se que, tanto no grafo, quanto na tabela, o termo “experimento” tem alta frequência, sendo o termo mais evocado pelos professores/autores.

Os termos que estão interligados ao termo “experimento” apresentam uma grossa espessura nas arestas, que representa a interconexão entre termos evocados. Mediante essa visualização que o grafo permite, podemos indicar os termos relacionados ao termo experimento e mapear as representações sociais dos professores/autores em relação à automatização da coleta de dados.

No grafo temos três principais termos, que têm a função estrutural: “Arduino”, “experimento” e “físico”. Observa-se que, a partir dos termos estruturais, eles se ramificam aos termos que têm aspectos técnicos do laboratório didático de física. Na sequência, nota-se que, juntamente ao termo “experimento”, ancoram-se nele, de forma direta, os termos “físico” e “arduino”. Vale mencionar que o “arduino” é uma placa de prototipagem ancorando-se aos termos “materiais\_laboratórios”, “plataforma”, “sensor”, “eletrônico”, “computador” e “placa”. Esses termos estão interconectados aos termos “simples” e “baixo\_custo”, demonstrando a facilidade de aquisição de coleta de dados.

No agrupamento do termo “físico” estão interconectados os termos: “laboratórios\_didáticos”, “sistema”, “ensino\_física”, “estudo”, “projeto”, “desenvolver”, “ensino superior”, “força” e “fenômenos”. Nota-se que não existe ligação com termos relacionados ao ensino e aprendizagem. O termo “estudante” limita-se a conexão “métodos” e “físico”. O termo que remete ao físico ou estudante de física está relacionado aos termos que remetem a técnicas e conceitos físicos, subentendendo o uso do Arduino ou do Tracker como prescrição. No grafo não há termos relacionados a reflexão didática, pedagógica ou tecnológica em relação à automatização da coleta de dados e o ensino de física.

Na interconexão do termo “experimento”, temos em destaque, o termo “apresentar”, que se interconecta com apresentar um experimento e coletar dados de um experimento. Na primeira conexão geram-se as ramificações: “trabalho”, “didático” e “uso”. Na segunda conexão geram-se as ramificações: “temperatura” e “luz”, onde em ambos os casos os termos tiveram

maior evocação. Nota-se que o termo didático se encontra no grupo de palavras do termo "apresentar", entretanto, como está somente ao lado de "apresentar"; "uso"; "luz"; "temperatura"; "trabalho", levantamos que esse termo aparece em 9% dos artigos com o termo didático se relacionando a posição didática.

Na interconexão do termo "coleta\_de\_dados" aparece a ferramenta analisada neste trabalho, o software "Tracker", que se ramifica com os termos "software", "rapidez", "gráfico", "aplicação" e "aquisição". Tanto o Arduino quanto o Tracker não se conectam com termos associados ao processo de ensino e aprendizagem.

Diante dos resultados, é razoável mencionar que tanto o Arduino quanto o Tracker foram prescritos como ferramentas eficazes para a obtenção de dados. Assim, é possível considerar que as representações sociais dos professores/autores estão relacionadas aos termos praticidade e rapidez. Outro ponto que o estudo indica é que os trabalhos foram provavelmente desenvolvidos dentro da academia. Verificamos os artigos, nas seções metodologia/métodos, e não encontramos dados para mensurar que o trabalho foi realizado fora dos muros das universidades.

Deste modo, pressupõe que os trabalhos não foram realizados em escolas, com a participação de alunos, uma vez que não apareceram no grafo termos que remetessem a interação do aluno e/ou professor em relação à automatização da coleta de dados. Em todos os artigos encontramos a palavra-chave ensino de física e Arduino e/ou Tracker. Entretanto, não encontramos reflexões sobre o envolvimento do aluno e as dificuldades do docente em relação à coleta de dados automatizada. Ainda, a árvore máxima de similitude destacou os seguintes termos técnicos: "sensor", "eletrônico", "plataforma", "força", "fenômeno", "medição", "software", "gráfico", entre outros que são ligados ao laboratório didático de Física.

Neste estudo encontramos uma convergência nas representações dos professores/autores sobre o instrucionismo relacionado à automatização da coleta de dados. Não é o escopo deste estudo, mas torna-se pertinente definir o que é instrucionismo por se alinhar aos resultados deste estudo. A abordagem instrucionista tem suas raízes nos métodos tradicionais e enfatizam a informação por meio da instrução (VALENTE, 2001, p.27).

Diante disso, os termos da área técnica predominaram ser parte do ferramental tecnológico para a coleta de dados. Na falta de termos relacionados ao ensino, evidencia-se a predominância de um método instrucionista com base em uma prática prescritiva. A autora Da Silva (2016) menciona que o "[...] discurso da pedagogia tecnicista se coaduna com a lógica do modelo de competências ao ter como base uma educação que privilegia a lógica da instrução e a transmissão da informação (DA SILVA, 2016, p.198)".

Neste ponto, encontramos 63% de artigos que explicam os conceitos técnicos e os conceitos físicos envolvidos nos experimentos, enfatizando que se trata de recurso tecnológico de baixo custo e indicando seu uso tanto para o ensino médio quanto para o ensino superior. 37% dos artigos não mencionam nenhum termo que remete ao ensino e aprendizagem, sendo apresentados apenas os aspectos técnicos e conceituais do experimento.

Diante dos dados, a TRS permite mencionar que possíveis representações sociais estão sendo perpetuadas a partir das interações dentro do laboratório didático de Física. Nesse cenário, permanece o discurso instrucionista, sobretudo em montagens técnicas, como é o caso do Arduino, que usa eletrônica e linguagem de programação e que podem ser duas dificuldades existentes no laboratório didático de física para sua utilização em maior escala (ANDRADE, 2021, p.88).

Percebe-se que as representações sociais do grupo de professores/autores estão sendo perpetuadas em relação à automatização da coleta de dados como algo prático e rápido. Moscovici (2007) menciona que a influência da comunicação em relação à construção de uma representação social é prática comum em grupos sociais. Neste ponto, carecemos de reflexões sobre saberes pedagógicos relacionados à automatização da coleta de dados no laboratório didático de física, fazendo parte da reflexão o envolvimento total do aluno, ultrapassando os limites de praticidade e rapidez na coleta de dados, promovendo de fato a construção de conhecimentos científicos e tecnológicos.

A falta de reflexão sobre o grau de dificuldade do aluno ou do docente em relação à coleta de dados automatizada, gera uma lacuna apresentada na árvore máxima de similitude, que apresentou ausência de termos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem. Não tiramos a importância dos trabalhos encontrados, pelo contrário, é de suma importância para o desenvolvimento da educação científica o desenvolvimento de experimentos com o Arduino e o Tracker para a coleta de dados automatizada. Entretanto, na árvore máxima de similitude os termos encontrados estão relacionados tão somente à praticidade e rapidez que tais recursos tecnológicos proporcionam.

Neste viés, Abric (2001, p. 15) menciona que o conhecimento técnico se assemelha ao conhecimento prático do senso comum. Analogamente, o discurso dos professores/autores torna-se comum, a partir de uma prática instrucionista no laboratório didático de física. O autor acrescenta que o conhecimento técnico se perpetua entre os indivíduos. Este estudo indica que estamos diante de uma prática instrucionista perpetuada dentro do laboratório didático de física, como evidencia a análise dos artigos encontrados no levantamento.

Assim, torna-se pertinente mencionar que refletir sobre o uso da automatização da coleta de dados pode provocar mudanças entre os docentes em atividades práticas experimentais no laboratório didático de física. Em relação à reflexão, é "[...] uma prática que expressa nosso poder para reconstruir a vida social pela forma de participação por meio da convivência, da tomada de decisões ou da ação social. (KEMMIS, 1985, p.149, apud CONTRERAS, 2012, p.180)." Nesse sentido, a reflexão a partir de questionamentos que apontem possíveis dificuldades, tanto do aluno quanto do docente, contribuiria para um diálogo construtivo sobre o uso da tecnologia, sobretudo, na inovação de estratégias para integrar a automatização no ensino de física de maneira eficaz.

Observamos que, na árvore máxima de similitude, de forma abrangente, as percepções dos professores/autores em relação à automação da coleta de dados estão relacionadas à utilidade do ferramental utilizado. Entendemos serem necessárias discussões sobre o processo de envolvimento do aluno durante a montagem do experimento, como também as percepções

docentes sobre o uso da automatização da coleta de dados. Acreditamos que, para avançarmos em processos de ensino e aprendizagem com diversas tecnologias, temos que refletir sobre as eventuais dificuldades dos alunos e o papel da mediação do professor em um contexto de aprendizagem tecnológica.

Neste ponto, Abric (2001, p. 16) menciona que “[...] o sistema de decodificação da realidade que constitui uma representação social é um guia para a ação”. Assim, é razoável mencionar que o processo de automatização da coleta de dados vem sendo construído ao longo do tempo com um método instrucionista. Os resultados deste estudo evidenciam que as representações sociais deste grupo de professores/autores percebem a automatização da coleta de dados relacionada à praticidade e rapidez. Tanto em artigos com a placa de prototipagem Arduino quanto em artigos com o Tracker, foram encontrados os aspectos técnicos (montagem) e os aspectos conceituais (fenômenos físicos) que puderam ser investigados com tais recursos. Não encontramos reflexões pedagógicas, sobretudo, em como ensinar por meio da tecnologia e como mediar o envolvimento ativo do estudante em todo processo da coleta de dados automatizada.

Vale mencionar que, na sociedade, a abertura de portas de shopping é percebida de maneira automática pelas pessoas, tal como o acendimento automático de luzes ou ainda em serviços bancários. Nota-se que a automatização foi inserida na sociedade oferecendo praticidade e rapidez. E tudo indica que essa representação se estendeu para os muros das universidades, onde a automatização da coleta de dados é vista como algo prático e rápido.

Entendemos que a função da automatização é proporcionar praticidade e rapidez, entretanto, no âmbito educacional torna-se pertinente refletir sobre o uso da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem para que este uso seja consciente, ligado aos objetivos educacionais, sobretudo, na formação social do cidadão. Estamos em um rápido desenvolvimento tecnológico e a falta de discussões de cunho didático pedagógico nos artigos proporciona que os leitores sejam meros consumidores de tecnologia.

Neste viés, Abric (2001, p.199) afirma que “[...] quando a representação social determina um comportamento cooperativo, os indivíduos tendem adotar o mesmo comportamento”. Os termos estruturais do grafo experimento, físico e Arduino, entre outros termos técnicos, permanecem no discurso dos professores/autores dos artigos científicos por mais de uma década, ou seja, existe um obstáculo epistemológico que faz com que a automatização esteja nas representações sociais dos professores/autores como eficácia. Segundo Abric (2001), uma representação social se torna comum quando “[...]ninguém contesta o papel muitas vezes essencial das condições materiais eficazes na elaboração da representação social, nem a efeito das práticas na sua evolução e transformação” (ABRIC, 2001, p. 197).

As discussões reflexivas são importantes para estabelecer mediações didáticas efetivas na construção de conhecimentos científicos, tecnológicos e pedagógicos. O processo reflexivo colabora para que novas representações se tornem aceitáveis. É importante mencionar que os trabalhos dos autores têm um forte impacto importante no mundo acadêmico. Neste ponto, pressupondo que a automatização já se estabeleceu na sociedade como praticidade e rapidez, tais representações não podem se perpetuar no laboratório didático de física, conforme

apresentado na árvore máxima de similitude. Há uma necessidade de mudança de paradigma, em que o discurso precisa seguir na perspectiva de uma abordagem investigativa.

Assim, torna-se pertinente comentar os estudos de Corrallo (2017, p.131), cujos resultados dialogam com os resultados encontrados neste estudo. O autor realizou uma pesquisa com 119 professores universitários de física em instituições de ensino superior e identificou como uma possível representação social do grupo a expressão “confirmação da teoria”, conferindo ao experimento um papel confirmatório da teoria comumente considerada nos métodos tradicionais de uso do laboratório didático.

Neste sentido, as representações “[...] são sempre um produto da interação e comunicação, e elas tomam sua forma e configuração específicas a qualquer momento, como uma consequência do equilíbrio específico desses processos de influência social (MOSCOVICI, 2007, p. 21)”. O autor complementa ainda que:

*[...] As pessoas analisam, comentam, formulam “filosofias” espontâneas, não oficiais, que têm um impacto decisivo em suas relações sociais, em suas escolhas, na maneira como eles educam seus filhos, como planejam seu futuro, etc. Os acontecimentos, as ciências e as ideologias apenas lhes fornecem o “alimento para o pensamento”. (MOSCOVICI, 2007, p. 44).*

Nesse contexto, nosso estudo proporciona um mapeamento as representações sociais dos professores/autores em relação à automatização da coleta de dados, mostrando uma carência em relação às questões de ensino que visem privilegiar a autonomia dos estudantes, mensurando quais foram os ganhos cognitivos e quais foram as dificuldades em ensinar usando tecnologia automatizada.

Assim, na nossa busca para compreender as representações sociais de professores/autores procuramos utilizar várias ferramentas analíticas para identificar e interpretar as nuances complexas de suas representações sociais sobre a automatização. Além da árvore de máxima de similitude apresentada anteriormente, neste estudo também empregamos a análise de nuvem de palavras.

Na figura 2 apresentamos a análise da nuvem de palavras, que permite identificar palavras e termos recorrentes que emergem organicamente do corpus composto pelos resumos dos artigos. Ela serve como um complemento à análise mais estruturada da árvore de máxima similitude, apresentando as palavras mais frequentes, dando ênfase aos termos subjacentes dos artigos, proporcionando discernir não apenas quais termos são mais frequentes, mas também como eles se relacionam uns com os outros. Essa análise contextual ajuda compreender melhor como os professores/autores percebem a automatização da coleta de dados e quais aspectos dessa automatização são mais salientes em suas representações sociais.

Figura 2: Nuvem de palavras organizada graficamente em função da frequência.



Fonte: Nuvem de palavras gerada no software Iramuteq.

Nesta figura 2, chama atenção o destaque para o termo “experimento”, seguido dos termos “apresentar”, “físico” e “Arduino”. Os demais termos da nuvem de palavras são termos comuns em atividades experimentais no laboratório didático de física. Diante do resultado, torna-se pertinente refletir sobre essas questões, não apenas para capacitar os alunos a utilizarem automatização da coleta de dados de maneira mais autônoma, mas encorajar os professores a usar a automatização na coleta de dados com viés didático pedagógico, produzindo reflexões que remetem ao processo de ensino e aprendizagem.

Esse fator demonstra que o obstáculo está no bojo da formação do professor de física, principalmente na coleta de dados automatizada e no uso de ferramentas tecnológicas, como a placa de prototipagem Arduino e o software Tracker. Dado que os autores são professores doutores de instituições públicas de ensino superior, compreender as representações sociais desse grupo de professores/autores ajuda a mapear os obstáculos que permeiam o uso da automatização no processo da coleta de dados, uma vez que é consenso que a automatização da coleta de dados proporciona maior praticidade e rapidez, onde a experimentação muitas vezes é fundamental para a compreensão dos conceitos físicos (ANDRADE, 2021).

Assim, considerando o uso da automatização para a coleta de dados, torna-se necessário questionar como podemos orientar esforços para que os estudantes desempenhem um papel mais ativo e significativo em seu próprio processo de aprendizagem. Em vez de simplesmente encarar a automatização como uma maneira de proporcionar maior praticidade e rapidez na coleta de dados, do que preencher relatórios de maneira manual. Carecemos de reflexões pedagógicas para poder avançar em abordagens didáticas tecnológicas, sobretudo, na inserção da coleta de dados automatizada na educação básica e nos cursos de formação de professores.

Por fim, concluímos que o docente formador precisa ter clareza acerca do uso dos instrumentos e conseguir mediar uma articulação com os fenômenos físicos de maneira crítica e participativa junto aos alunos. Isso implica uma mudança de paradigma no qual os professores/autores desempenham um papel de facilitadores e mentores da experimentação automatizada. Entretanto, nesse processo é necessário inserir a reflexão crítica sobre as

facilidades e dificuldades dos alunos e professores sobre os métodos automatizados de coleta de dados.

## 6. Considerações Finais

A automatização da coleta de dados tem desempenhado um papel cada vez mais proeminente no cenário educacional, oferecendo a promessa de maior eficiência e precisão na obtenção de dados. No contexto dos professores/autores de artigos sobre automatização da coleta de dados para o ensino de física, nossa pesquisa buscou examinar as representações sociais desse grupo em relação a essa prática laboratorial, com foco particular nas implicações educacionais dessas percepções.

Os resultados desta pesquisa revelam que, em sua maioria, os professores/autores perceberam a automatização da coleta de dados como uma ferramenta que proporciona facilidade e rapidez no processo. Essa percepção é reflexo de uma visão mais pragmática, na qual a tecnologia é vista principalmente como um meio para alcançar resultados concretos de maneira mais eficiente. Nesse contexto, tanto o Arduino quanto o Software Tracker são frequentemente considerados como ferramentas para a coleta de dados, mas sua aplicação como recursos didáticos para a aprendizagem ainda não atingiu seu pleno potencial para os usuários.

A análise da árvore máxima de similitude e da nuvem de palavras destacou os termos de saliência, que incluem "experimento", "Arduino" e "físico". Essas palavras-chave refletem a ênfase nos aspectos práticos e técnicos da automatização da coleta de dados, adicionalmente com a importância atribuída ao domínio da física. No entanto, é essencial considerar que a automatização de dados não se limita a uma ferramenta técnica; ela tem o potencial de redefinir as práticas de ensino e aprendizagem em física.

Ao longo do período de estudo, de 2011 a 2022, nos 56 artigos encontrados observou-se uma representação social predominante instrucionista. No entanto, é imperativo explorar as implicações pedagógicas mais profundas dessa automatização. A abordagem educacional deve evoluir para além do mero uso da tecnologia como uma ferramenta técnica, para integrar adequadamente a tecnologia como um recurso didático que capacita os alunos a explorar, compreender e aplicar conceitos físicos de maneira significativa.

Concluimos que as representações sociais identificadas estão baseadas na característica demonstrativa associada aos experimentos descritos, indicando a prevalência do instrucionismo. Tais representações são construções históricas, associadas a determinadas concepções sobre as finalidades do ensino de física e, do ponto de vista individual, são adquiridas pelos sujeitos durante seus processos de formação ao longo de toda sua vida escolar e no exercício da docência em âmbito profissional. Por serem predominantemente da área técnica (engenheiros e bacharéis), é compreensível que os autores não tenham discutido de modo mais detalhado aspectos didáticos envolvidos nas práticas relatadas e que suas contribuições tenham se focado na elucidação de aspectos técnicos dos experimentos e dos aparatos empregados.

Todavia, se almejarmos uma reflexão proativa e crítica sobre relações entre educação e tecnologia, tornam-se necessárias investigações que transcendam a questão operacional do uso de recursos tecnológicos para estabelecermos com maior clareza suas limitações e potencialidades. Tais investigações devem considerar as concepções educacionais que melhor se coadunam aos objetivos formativos atuais estabelecidos para os processos de ensino de aprendizagem, em uma sociedade altamente tecnológica e influenciada pelos desenvolvimentos científicos, na perspectiva de uma educação que contribua efetivamente para uma formação cidadã.

## 7. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro.

## 8. Referências

ABRIC, J.-C. **Metodología de recolección de las representaciones sociales. Prácticas Sociales y representaciones.** México, DF: Ediciones Coyoacán, 2001.

ANDRADE, A. **Um estudo das Representações Sociais sobre a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física durante a formação docente.** 2021. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus São Paulo, São Paulo, 2021.

ANDRADE, A.; TEIXEIRA, R. R. P. Uso de experimentos de baixo custo em atividades de extensão de divulgação científica. **Revista Compartilhar**, v. 3, n. 1, p. 49-52, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018

CONTRERAS, J. Contradições e contrariedades: do profissional reflexivo ao intelectual crítico. In: **A Autonomia de professores.** São Paulo: Cortez, 2012 (p. 147-206).

CORRALLO, M. V. **Atividades práticas experimentais para o ensino de Física: uma investigação utilizando a Teoria do Núcleo Central.** 2017. 229 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 3ª ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2010.

DA SILVA, A. V. M. A pedagogia tecnicista e a organização do sistema de ensino brasileiro. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 16, n. 70, p. 197-209, 2016.

HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de física? **Física na escola.** São Paulo. Vol. 6, n. 1 (maio 2005), p. 69-74, 2005.

JODELET, D. La notion de commun et les representations sociales. In: SEIDMANN, S.; PIEVI, N. **Identidades y Conflictos Sociales.** Buenos Aires: Belgrano, 2019.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G. A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 305-320, 2016.

LARRONDA, D. A. *et al.* PROTOTIPAGEM COM ARDUINO NO APRENDIZADO DE CIÊNCIAS. **Mostra Nacional de Robótica**, 5ª, 2015.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino**. Novatec Editora, 2015.

MILLAR, R. The role of practical work in the teaching and learning of science. Washington: High School Science Laboratories: Role And Vision, **National Academy of Sciences**, p. 7-19, 2014.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. 5 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

RICARDO, E. C. Concepções de tecnologia na formação inicial de professores de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, 2020.

SOUZA, A. R. *et al.* **A Placa Arduino: uma opção de baixo custo para as experiências de física assistidas pelo PC**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33(1), pág. 1702 (2011).

VALENTE, J. A. informática na educação: como, para que e por quê. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 1, n. 1, p. 27-31, 2001.

VERA, F. *et al.* **A Simple Experiment to Measure the Inverse Square Law of Light in Daylight Conditions**. European Journal of Physics, vol. 35, 015015 (2014).

WEBB, M. Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. **International Journal of Science Education**, 27, 705-736, 2005.

ZANDVLIET, D. B. ICT learning environments and science education: perception to practice. In: **Second international handbook of science education**. Springer, Dordrecht, 2012. p. 1277-1289.