

ENSINO DE CIÊNCIAS PARA ALUNOS CEGOS OU COM BAIXA VISÃO: UM ESTUDO SOBRE PERCEPÇÕES DOCENTES, CONTEÚDOS CURRICULARES E TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

TEACHING OF SCIENCE FOR BLIND OR VISUALLY IMPAIRED STUDENTS: A STUDY ON TEACHER PERCEPTIONS, CURRICULUM CONTENT, AND ASSISTIVE TECHNOLOGIES

ENSEÑANZA DE CIENCIAS PARA ESTUDIANTES CIEGOS O CON BAJA VISIÓN: UN ESTUDIO SOBRE LAS PERCEPCIONES DOCENTES, LOS CONTENIDOS CURRICULARES Y LAS TECNOLOGÍAS DE ASISTENCIA

Estéfano Vizconde Veraszto*,^{ID} Luciana Maria Estevam Marques**^{ID}
Osório Augusto de Souza Neto***^{ID}

Veraszto, E. V.; Marques, L. M. E.; Souza Neto, O. A. (2025). Ensino de ciências para alunos cegos ou com baixa visão: um estudo sobre percepções docentes, conteúdos curriculares e tecnologias assistivas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 20 (1), pp. 66-87 DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.21106>

Resumo

O ensino de ciências da natureza e matemática para alunos cegos ou com baixa visão é um desafio. Assim, este trabalho investiga o ensino de ciências para esses estudantes, a partir da perspectiva dos docentes atuantes na educação básica, visando identificar os conteúdos mais desafiadores e compreender os motivos dessas dificuldades no contexto do ensino de ciências da natureza e matemática. Para tanto, busca-se classificar os conteúdos considerados mais difíceis de ensinar para alunos cegos ou com baixa visão, com base nas percepções dos docentes. Também são identificar os motivos pelos quais esses conteúdos são considerados mais difíceis de ensinar para alunos cegos ou com baixa visão, levando em conta as experiências e conhecimentos dos docentes. Por fim, o trabalho especificar quais desses conteúdos são próprios da área de ciências da natureza e matemática. Para isso, a pesquisa adotou uma abordagem quantitativa e descritiva, utilizando métodos de análise estatística textual para analisar os dados. Foram identificadas três categorias: Didática Multissensorial, Tecnologias Assistivas e Conteúdos Difíceis de Ensinar. As categorias encontradas nesta pesquisa estão intrinsecamente relacionadas e complementam-se no contexto do ensino para estudantes cegos ou com baixa visão, contribuindo para uma educação inclusiva de qualidade. Os resultados sinalizam que o público

Recibido: 07 de agosto de 2023, aceptado: 31 de enero de 2025

* Doutor em Educação, Ciência e Tecnologia. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências da Natureza e Matemática, Araras-SP, Brasil, estefanov@ufscar.br, <https://orcid.org/0000-0002-4029-4803>.

** Mestra em Educação em Ciências da Natureza e Matemática. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Programa de Pós-graduação em Educação, Campinas-SP, Brasil, lucianaestevam1975@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5205-1374>.

*** Doutor em Educação. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação, Araras-SP, Brasil, ufsca2019prof@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7834-6883>.

investigado entende que certos conteúdos não podem ser aprendidos por esses estudantes. Assim, alguns dados sinalizam que esse público pode não ser capaz de aprender certos conteúdos, e isso não nos parece coerente. É necessário superar estereótipos e preconceitos, garantindo que esses estudantes sejam acolhidos e valorizados em todas as etapas da educação.

Palavras-Chave: Inclusão escolar, Ensino de ciências, Deficiência visual, Tecnologias Assistivas, Didática Multissensorial.

Abstract

The teaching of natural sciences and mathematics to blind or visually impaired students poses a challenge. Thus, this work investigates the education of sciences for these students, from the perspective of educators engaged in basic education, with the aim of identifying the most challenging content and comprehending the reasons for these difficulties in the context of teaching natural sciences and mathematics. To this end, an effort is made to classify the contents considered most difficult to teach to blind or visually impaired students, based on educators' perceptions. The reasons why these contents are deemed more challenging to teach to blind or visually impaired students are also identified, taking into account educators' experiences and knowledge. Finally, the work specifies which of these contents belong to the field of natural sciences and mathematics. For this purpose, the research adopted a quantitative and descriptive approach, utilizing methods of textual statistical analysis to scrutinize the data. Three categories were identified: Multisensory Didactics, Assistive Technologies, and Difficult-to-Teach Contents. These categories found in this research are inherently related and complement each other in the context of education for blind or visually impaired students, contributing to a quality inclusive education. The results indicate that the surveyed audience understands that certain contents cannot be learned by these students. Thus, some data suggest that this audience may not be able to learn certain contents, and this does not seem coherent to us. It is necessary to overcome stereotypes and prejudices, ensuring that these students are welcomed and valued at all stages of education.

Keywords: School inclusion, Science education, Visual impairment, Assistive technologies, Multisensory didactics.

Resumen

La enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas para estudiantes ciegos o con baja visión representa un desafío. Por lo tanto, este trabajo investiga la educación en ciencias para estos estudiantes, desde la perspectiva de educadores involucrados en la educación básica, con el objetivo de identificar el contenido más desafiante y comprender las razones de estas dificultades en el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas. Con este fin, se realiza un esfuerzo para clasificar los contenidos considerados más difíciles de enseñar a estudiantes ciegos o con baja visión, basándose en las percepciones de los educadores. También se identifican las razones por las cuales se considera que estos contenidos son más difíciles de enseñar a estudiantes ciegos o con baja visión, teniendo en cuenta las experiencias y conocimientos de los educadores. Finalmente, el trabajo especifica

qué contenidos pertenecen al campo de las ciencias naturales y las matemáticas. Para ello, la investigación adoptó un enfoque cuantitativo y descriptivo, utilizando métodos de análisis estadístico textual para escrutar los datos. Se identificaron tres categorías: Didáctica Multisensorial, Tecnologías de Asistencia y Contenidos Difíciles de Enseñar. Estas categorías encontradas en esta investigación están intrínsecamente relacionadas y se complementan en el contexto de la educación para estudiantes ciegos o con baja visión, contribuyendo a una educación inclusiva de calidad. Los resultados indican que el público encuestado comprende que ciertos contenidos no pueden ser aprendidos por estos estudiantes. Por lo tanto, algunos datos sugieren que este público puede no ser capaz de aprender ciertos contenidos, y esto no nos parece coherente. Es necesario superar estereotipos y prejuicios, asegurando que estos estudiantes sean bienvenidos y valorados en todas las etapas de la educación.

Palabras-Clave: Inclusión escolar, Enseñanza de ciencias, Discapacidad visual, Tecnologías de Asistencia, Didáctica Multisensorial.

1. Introdução

Ensinar conceitos e fenômenos científicos para estudantes cegos ou com baixa visão é um desafio inclusivo significativo (Camargo, 2016). Excluí-los do processo de ensino-aprendizagem, que se baseia em padrões para estudantes videntes, é inaceitável, especialmente considerando o aumento da presença de estudantes público-alvo da Educação Especial nas escolas brasileiras.

Segundo dados do Censo Escolar de 2022 (BRASIL, 2023) que apresenta dados entre 2018 e 2022, houve um aumento de 29,3% nas matrículas de educação especial neste período, totalizando 1,5 milhão de estudantes. Além disso, o percentual de matrículas de alunos incluídos em classes comuns aumentou gradualmente, de 92% em 2018 para 94,2% em 2022 (Brasil, 2023). No entanto, a presença destes estudantes na escola não garante automaticamente a inclusão, e compreender melhor o processo é fundamental para propor estratégias inclusivas efetivas (Camargo, 2016).

Assim, o Laboratório de Tecnologias e Inclusão da Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, ministrou cursos de formação continuada para professores da rede pública e privada de 2019 a 2022. Esses cursos abordaram conceitos, fundamentos legais e aplicações práticas para o desenvolvimento de conteúdos de ciências da natureza e matemática voltados ao ensino inclusivo.

E, nesse contexto, este trabalho objetiva investigar o ensino de ciências da natureza e matemática para estudantes cegos ou com baixa visão a partir da perspectiva dos docentes atuantes na educação básica, visando identificar os conteúdos mais desafiadores e compreender os motivos dessas dificuldades no ensino de ciências da natureza e matemática.

Embora existam estudos na literatura que abordam o ensino de ciências para estudantes cegos ou com baixa visão, este trabalho apresenta uma abordagem diferenciada ao utilizar o software Iramuteq para analisar, de forma sistemática e quantitativa, as percepções de docentes sobre os desafios enfrentados nesse contexto. O uso dessa ferramenta permite identificar padrões lexicais e categorias conceituais que emergem das respostas dos professores, promovendo uma análise mais aprofundada e estatisticamente robusta das dificuldades e estratégias relatadas. Assim, o estudo não apenas amplia o entendimento das limitações percebidas, mas também oferece subsídios para o desenvolvimento de práticas pedagógicas e políticas educacionais voltadas à inclusão. Essa combinação metodológica inova ao integrar análise

textual com dados educacionais, proporcionando uma perspectiva única que complementa as abordagens qualitativas tradicionalmente adotadas nesse campo.

Para tanto, objetivos específicos também são abordados:

- a. Classificar os conteúdos considerados mais difíceis de ensinar para alunos cegos ou com baixa visão, com base nas percepções dos docentes.
- b. Identificar os motivos pelos quais esses conteúdos são considerados mais difíceis de ensinar para alunos cegos ou com baixa visão, levando em conta as experiências e conhecimentos dos docentes.
- c. Especificar quais desses conteúdos são próprios da área de ciências da natureza e matemática.

2. Fundamentação teórica

Estudos recentes indicam perda de interesse dos estudantes por disciplinas científicas no Brasil e em outros países, que aumenta ao longo dos anos e se intensifica no ensino médio, devido à desconexão entre o ensinado e a realidade (Carvalho & Sasseron, 2018; Sasseron, 2015; Yamazaki et al., 2017). Estratégias dos professores, pautadas no ensino tradicional, resultam em baixo interesse e aprendizagem dos estudantes (Oliveira & Amancio, 2022).

No ensino de ciências da natureza e matemática para estudantes cegos ou com baixa visão, que dependem de recursos visuais, o cenário é mais desafiador, visto que existe a necessidade de desenvolver estratégias diferenciadas. (Dainez & Smolka, 2019).

Segundo o Decreto 5.296 (Brasil, 2004), deficientes visuais são cegos ou têm baixa visão. A cegueira é quando a acuidade visual é menor que 20/400, e a baixa visão é quando varia entre 20/70 e 20/400 (Camargo, 2012a, 2012b, 2016). Assim, entendemos ser importante que os professores conheçam as características da deficiência visual de seus alunos para desenvolver um trabalho adequado e evitar situações que possam agravar o problema.

A cegueira ou a baixa visão não são também fenômenos sociais, não apenas orgânicos. A abordagem médica simplifica ao não considerar a complexidade do fenômeno. As desvantagens e limitações no ambiente educacional não são exclusivamente responsabilidade destes indivíduos, mas sim das condições sociais que valorizam certos atributos (Camargo, 2016). Além disso, segundo Vygotsky (1997), a cegueira não é apenas uma falta de visão, mas também uma reestruturação profunda do organismo e da personalidade do indivíduo. Ela gera forças inexistentes em pessoas com visão, modifica funções do organismo e molda as características psicológicas do indivíduo.

Aspectos relacionados à aprendizagem multissensorial (Soler, 1999), desvinculando o ensino de padrões puramente visuais, são pontos importantes no trabalho e parte da teoria será melhor caracterizada na análise, ao longo da compreensão das categorias.

Considerando a inclusão como a melhor abordagem para atender às diferenças no ensino-aprendizagem, esta pesquisa busca compreender a percepção dos professores em relação aos processos de ensino e aprendizagem, especialmente no ensino de conteúdos científicos e de matemática.

3. Metodologia

A pesquisa adotou abordagem quantitativa e descritiva, utilizando métodos de análise estatística textual para investigar a inclusão escolar e a educação especial de alunos cegos ou com baixa visão, com foco nos desafios específicos do ensino de ciências e matemática. A escolha desses métodos se deve à vantagem de permitirem levantar informações com confiabilidade estatística (Demo, 2000).

As questões analisadas neste artigo estão estabelecidas no instrumento de pesquisa original da seguinte forma:

Questão 1: Pense em conteúdos curriculares que, na sua percepção, são mais difíceis de ensinar para um indivíduo cego ou com baixa visão. Cite pelo menos 5 conteúdos, apontando as dificuldades.

Questão 2: Ensinar ciências para um indivíduo cego ou com baixa visão é um grande desafio, já que o conteúdo científico, quase sempre, se ampara em forte apelo visual para ilustrar conceitos e fenômenos. Assim, dentre seus conhecimentos de ciências, cite 3 conteúdos que você entende como sendo difícil (ou impossível) de ensinar para um indivíduo cego ou com baixa visão.

Os participantes da pesquisa foram docentes que participaram dos cursos de formação continuada ministrados pelo Laboratório de Tecnologias e Inclusão da Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, entre 2019 e 2022. Esses cursos abordaram conceitos, fundamentos legais e práticas voltadas para o ensino inclusivo de ciências da natureza e matemática, e os docentes foram convidados a responder as questões de pesquisa como parte de uma análise sobre o impacto e os desafios identificados em suas práticas pedagógicas. As questões de pesquisa foram elaboradas com o objetivo de captar as percepções dos docentes sobre os conteúdos mais desafiadores de ensinar e os motivos associados, sendo aplicadas em formato digital após consentimento informado.

As respostas das questões foram analisadas com o auxílio do software livre Iramuteq, desenvolvido por Pierre Ratinaud, que permite realizar análises estatísticas sobre corpus textuais e tabelas individuais/palavras (Lahlou, 2012; Ratinaud & Marchand, 2012; Camargo & Justo, 2013a, 2013b). E, todas as respostas analisadas foram obtidas mediante consentimento dos participantes, que assinaram um Termo de Esclarecimento Livre e Esclarecido, sendo tratadas de forma anônima e com a concordância dos participantes. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética (CAAE 32117014.4.0000.5504).

Essa abordagem foi escolhida para garantir a replicabilidade e a objetividade da análise, permitindo uma categorização ampla dos dados coletados. Embora a análise qualitativa de trechos específicos pudesse complementar a interpretação, optou-se por focar na robustez estatística dos resultados, deixando essa abordagem interpretativa para estudos futuros.

Método da Classificação Hierárquica Descendente (CHD)

O método CHD baseia-se em matrizes e testes qui-quadrado (χ^2) para identificar categorias estáveis com vocabulário semelhante, classificando o *corpus* em categorias semelhantes aos fatores da análise fatorial, agrupando palavras com base em dados e referencial teórico. Esse método permite identificar padrões e relações entre conceitos por meio da análise de vocabulário. O resultado é visualizado em um dendrograma, que representa as relações entre as categorias (Camargo & Justo, 2013a).

O nível de significância de 5% é um valor escolhido pelo pesquisador antes de realizar um teste estatístico. Ele define o limite de probabilidade abaixo do qual a hipótese nula (ou seja, a hipótese de que não há diferença significativa entre as amostras ou populações testadas) será rejeitada. Em outras palavras, se o nível de significância escolhido é de 5%, isso significa que o pesquisador está disposto a aceitar uma chance de 5% de rejeitar erroneamente a hipótese nula quando ela é realmente verdadeira.

Para inclusão das palavras nas categorias, a um nível de significância de 5%, tomaremos o p-valor $< 5\%$. Com o p-valor for menor do que o nível de significância escolhido (5%), isso significa que há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese nula e concluir que há uma diferença significativa entre os dados delineados pelas respostas, corroborando com a necessidade de se evidenciar a relevância das palavras ou ST do *corpus* (PAIVA et al., 2020). Além, durante a construção das categorias, foram

excluídos artigos, preposições, contrações e pronomes, mas as respostas são analisadas integralmente (Camargo & Justo, 2013a).

3.1. Análise Fatorial de Correspondência (AFC)

A AFC mede a associação entre variáveis categorizadas no Método da CHD e as categorias são representadas em um gráfico usando frequências e valores de χ^2 . Esse método examina a relação de dependência entre as variáveis, com linhas e colunas representando as mesmas variáveis no gráfico observando relações com base na distância. A proximidade no gráfico indica associação entre categorias de linha ou coluna. A AFC pode ser vista como um método de decomposição da inércia total, buscando encontrar um número reduzido de dimensões que melhor representem os dados. O objetivo é encontrar a linha que melhor se ajusta aos perfis de dados, que consistem em cinco pontos. Essa linha passa pelo centroide "c", que é um ponto resumido adimensional. Se a origem do gráfico for movida para "c", a linha que melhor se ajusta é o autovetor principal da matriz assimétrica. A AFC é útil para analisar matrizes com muitos dados discretos, sem estrutura pré-definida. Na interpretação, considera-se a associação entre categorias de linha ou coluna, avaliando se podem ser combinadas ou se fornecem discriminação ao estarem separadas no espaço perceptual. A análise também estuda a associação entre categorias de linha e coluna, identificando independência em quadrantes opostos e dependência entre variáveis que compartilham a mesma linha ou coluna (Carvalho & Struchiner, 1992).

4. Análise dos dados

As respostas coletadas foram organizadas em duas grandes questões de pesquisa, e a análise permitiu identificar categorias que sintetizam as percepções dos docentes sobre o ensino de ciências para alunos cegos ou com baixa visão. Para a questão 1, as categorias geradas incluem Didática Multissensorial, Tecnologias Assistivas e Conteúdos Difíceis de Ensinar, enquanto na questão 2, as categorias Tecnologias Assistivas, Desafio Microscópico e Conteúdos de Ciências Difíceis de Ensinar foram evidenciadas. A lógica de agrupamento baseou-se em padrões lexicais e conceituais emergentes das respostas, identificados por meio do software Iramuteq. As categorias refletem os principais desafios e estratégias percebidas pelos docentes, destacando a complexidade e as soluções potenciais para a inclusão educacional.

Antes de apresentar as categorias, cabe destacar que os trechos transcritos foram classificados, de forma sequencial, indicando P para representar cada professor(a), seguido pela numeração obtida por ordem de resposta, que variou de 1 a 141. Também indicamos as questões como q, seguido pelos números 1 e 2, para indicar as perguntas 1 e 2 respectivamente. Desta maneira, temos que cada transcrição obteve uma variável semelhante a P_nq_m .

4.1. Questão 1: Conteúdos difíceis de ensinar para discentes cegos ou com baixa visão na perspectiva do público-alvo

Buscando analisar o *corpus* da questão 1 de forma sistemática, as respostas foram organizadas e importadas para o software Iramuteq que gerou um relatório inicial, indicando que foram analisados 241 textos (*corpus* de análise, equivalente ao total de respostas), subdivididos em 466 segmentos de textos (ST) reorganizados a partir do *corpus* inicial, 2.768 formas, 14.298 ocorrências (total de palavras).

4.1.1. Classificação Hierárquica Descendente

O Iramuteq classificou 447 ST, em 10 segundos, do total de 466 ST inicialmente organizados na importação dos dados, que 95,92% de ST analisados, indicando uma análise altamente satisfatória (a literatura aponta que a CHD tem bom percentual quando contém 75% de ST analisados; alguns autores apontam aproveitamento mínimo em torno de 70%) (Camargo & Justo, 2013a).

Os critérios para a organização dos elementos em suas respectivas classes (categorias) seguiram o p-valor (p-valor), uma vez que se traduz na estatística que permite concluir pela validade da hipótese ($p < 5\%$). Assim, cada ST analisado, agrupou em média cerca de 30,68 palavras, gerando 3 categorias (gráfico 1) que foram delimitadas a partir do referencial teórico e mostrados pelo gráfico 1.

Categoria 1: Didática Multissensorial

Sentidos como a audição, o tato, o olfato e o paladar podem atuar como canais de acesso a informações importantes permitindo uma compreensão mais abrangente do ambiente e não algo estritamente visual (Soler, 1999; Ballester-Alvarez, 2003). Como exemplo, Camargo (2016) aponta que em uma aula de campo, o aprendizado se torna mais significativo a partir do momento que o estudante consegue observar o ambiente de forma ampla, seja visualmente, sentindo cheiros, tendo sensações térmicas e de texturas, ouvindo diferentes ruídos próximos etc. e captando um maior número de informações. Nesse sentido, Ballester-Alvarez (2003), traça como primordial a mudança de paradigma nas aulas de ciências da natureza, adotando o que ele chama de Didática Multissensorial, conceito usado para denominar essa categoria. Trechos dos dados que congregam essa categoria são apresentados na sequência.

P121q1: [...] O processo de aprendizagem será através da integração dos sentidos: tátil cinestésico - auditivo, olfativo, gustativo, utilizando o Sistema Braille como meio principal de leitura e escrita. [...] Para o deficiente visual a experiência perceptiva [...] traduz os sentidos como uma fonte de significados [...] responsáveis pela interação do deficiente visual com o outro e seu meio social.

Esse relato destaca a importância de uma abordagem multissensorial no ensino de ciências, particularmente para estudantes cegos ou com baixa visão. Ele reflete uma percepção docente que valoriza a integração de diferentes sentidos para compensar a ausência da visão. Isso se alinha com o objetivo de criar um ensino inclusivo, onde tecnologias assistivas e estratégias intersensoriais ampliam as possibilidades de aprendizado.

P130q1: [...] Para eles (*alunos cegos ou com baixa visão*) o imaginário através da descrição, da audição e do tato ajuda muito, apesar de não se aproximar da visão.

P218q1: A professora terá que descrever os procedimentos para o aluno de uma forma detalhada [...]. É importante explorar o tato, o olfato e o paladar [...]. Dessa forma, o aluno passa a ser um agente participativo da aula, proporcionando o processo de aprendizagem e inclusão no ambiente de aula.

Mesmo não fazendo parte das respostas da questão 1, identificamos trechos que podem ser agregados provenientes da questão 2.

P54q2: [...] é comprovado que os demais sentidos (olfato, tato, audição e paladar) podem também canalizar informações importantes. Aliás, pela observação multissensorial, o indivíduo pode captar mais informações que apenas pela visão.

P95q2: Eu acho que é possível explicar qualquer conteúdo para uma pessoa cega. Basta o professor utilizar técnicas amparadas em outros sentidos. Como por exemplo o tato e a audição.

P145q2: [...] nada seria impossível de ensinar ao cego, posso trazer vários materiais para a aula onde a pessoa usaria seu tato para identificar o que é.

A Didática Multissensorial promove a utilização de diversos sentidos para ampliar a captação de informações durante a observação do ambiente. Essa abordagem visa proporcionar melhores condições

para a aprendizagem, conectando os estudantes de forma mais profunda aos conteúdos científicos (Soler, 1999; Ballesteros-Alvarez, 2003; Camargo, 2016).

As TA destacadas pelos docentes exemplificam soluções práticas para superar as barreiras enfrentadas por estudantes cegos ou com baixa visão. Um professor relatou que 'operações matemáticas [...] podem ser viabilizadas com o uso do soroban e materiais em 3D para simular sólidos geométricos' (P160q1), evidenciando como esses recursos podem transformar conceitos abstratos em experiências concretas e táteis. Outro docente reforçou a necessidade de múltiplas adaptações: 'É essencial adaptar os materiais com relevos, áudio de qualidade e uso de tecnologias como loupas e pranchas' (P237q1). Esses relatos indicam que as TA não apenas promovem a acessibilidade, mas também potencializam a aprendizagem, permitindo que os estudantes participem ativamente do processo educativo.

Essas percepções foram reforçadas por declarações dos participantes, que destacaram a importância de integrar múltiplos sentidos no ensino. Por exemplo, um dos professores afirmou: 'O processo de aprendizagem será através da integração dos sentidos: tático cinestésico - auditivo, olfativo, gustativo, utilizando o Sistema Braille como meio principal de leitura e escrita.' (P121q1). Outro participante complementou: 'Para eles, o imaginário através da descrição, da audição e do tato ajuda muito, apesar de não se aproximar da visão.' (P130q1). Essas observações destacam como estratégias multissensoriais podem proporcionar uma experiência de aprendizagem mais rica e inclusiva para estudantes cegos ou com baixa visão.

Categoria 2: Tecnologias Assistivas (Recursos de Apoio)

Tecnologia Assistiva (TA) é um termo que abrange recursos e serviços que visam ampliar as habilidades funcionais de pessoas com necessidades especiais, promovendo sua independência, inclusão social e melhor qualidade de vida (Molena, 2018). Essa abordagem potencializa áreas como comunicação, mobilidade, controle do ambiente, aprendizado, interação social e trabalho, permitindo a inclusão desses indivíduos em diversos ambientes, incluindo a escola (Sartoretto & Bersch, 2017). A categoria também pode ser chamada de "Recursos de Apoio", que atua como uma mediação de conhecimentos e proporciona alternativas para eliminar barreiras à inclusão, possibilitando a participação plena dos estudantes nos processos de ensino-aprendizagem (Molena, 2018; Veer & Valsiner, 1996). Trechos selecionados destacam a importância desses recursos para promover a inclusão e superar obstáculos na educação.

P98q1: Os conteúdos desenvolvidos para a criança com baixa visão precisam passar por adaptações para que a criança consiga desenvolver as atividades com eficácia [...]: Aumento da fonte para as atividades, gravuras e figuras aumentadas e em relevo conforme nível de dificuldade da criança, cadernos com pautas espaçadas e coloridas e [...] uso dos recursos ópticos como loupas, régulas, óculos, pranchas [...]. Com criança cega é necessário que todas as atividades sejam feitas em BRAILLE e que utilize os recursos com máquinas, e programas de voz e outros.

P146q1: Tem vários materiais adaptados para cego e baixa visão: reglete, lupa, máquina de braile, soroban, punção, áudio.

P160q1: Operações matemáticas, desde que a escola conte com materiais adequados, o soroban (ábaco japonês) [...]. Células, sistema solar, eclipse, desenvolvimento embrionário [...] precisamos de muitos recursos para compensar a falta da visão do aluno, como por exemplo trabalhar com recursos em 3D, áudio de qualidade e materiais que facilitem as aulas.

Esse trecho mostra que o uso de TA, como o soroban e modelos tridimensionais, é uma solução prática mencionada pelos docentes para superar barreiras no ensino de conceitos abstratos. Este trecho reflete como as TA podem transformar desafios em oportunidades, promovendo acessibilidade e engajamento ativo dos alunos.

P237q1: [...] Gráficos: a dificuldade de espaço dificulta a compreensão dos alunos, devem ser feitos em relevo e recursos tecnológicos [...].

As respostas dos participantes reforçam a importância das TA no processo de ensino inclusivo.

Os relatos apresentados neste categoria reforçam que as TA desempenham um papel central na adaptação de conteúdos científicos para estudantes cegos ou com baixa visão. O uso de materiais específicos, como o soroban para a matemática e modelos tridimensionais, exemplifica como conceitos abstratos podem ser traduzidos em experiências tangíveis e acessíveis. Além disso, a ênfase em áudio de qualidade e recursos como lupas e pranchas destaca a necessidade de um planejamento pedagógico que integre diferentes tecnologias para atender às demandas específicas de cada estudante. Essas estratégias, conforme apontado pelos docentes, não apenas facilitam o aprendizado, mas também promovem maior autonomia e inclusão no ambiente educacional.

Categoria 3: Conteúdos difíceis de ensinar

O senso comum aponta que diversos conteúdos, segundo perspectiva dos respondentes, são impossíveis para um indivíduo cego ou baixa visão aprender. Nesse sentido, essa categoria reúne respostas diversas, não focando somente em conteúdos de ciências da natureza e matemática, que é o foco deste trabalho. Assim, foi possível fazer um levantamento de como os professores percebem o processo de ensino-aprendizagem para esse público.

Os relatos ilustram a centralidade dos recursos visuais no ensino de ciências e os desafios que eles apresentam para estudantes cegos ou com baixa visão. No caso dos gráficos, a ausência de adaptações adequadas compromete a acessibilidade dos dados, dificultando a análise e a interpretação. Quanto ao estudo dos sistemas corporais, a integração visual das partes anatômicas é frequentemente essencial para a compreensão holística, o que apresenta uma barreira significativa para esses alunos.

Apesar dessas dificuldades, as respostas também sugerem caminhos para superação. O uso de tecnologias assistivas, como gráficos táteis e descrições detalhadas, aliado à aplicação de estratégias multissensoriais, pode tornar esses conteúdos mais acessíveis. Por exemplo, a criação de modelos tridimensionais de órgãos ou a utilização de áudio-descrições detalhadas são alternativas viáveis para proporcionar aos estudantes uma compreensão mais ampla e significativa dos conceitos.

Abaixo seguem transcrições que corroboram com a organização desta categoria organizadas em agrupamentos menores, usando as áreas de conhecimentos da BNCC (Brasil, 2018) (Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas).

Linguagens

P4q1: [...] exibir clipes musicais relacionados com os temas trabalhados [...].

P12q1: Na língua portuguesa: transmitir a ironia, explicar divisão gramatical, estrutura e formação de palavras. Ensinar através de mapa mental na lousa [...].

P37q1: [...] pensando na aquisição da consciência corporal [...], a ausência da visão ou parte dela provavelmente atrapalharia nas referências de esquema corporal. Conteúdos como lutas, esportes (vôlei, basquete, handebol e futebol), ginástica e danças que exigem movimento corporal devem ser trabalhados de forma diferenciada pois a visão seria um alicerce para auxiliar no processo de ensino/aprendizagem e a falta dela pode dificultar a assimilação desses movimentos específicos.

P43q1: [...] leitura e interpretação de imagens [...] impressas nos livros e não em alto-relevo. Participação em aulas de teatro, ao saber o posicionamento das personagens no palco, [...] os componentes do cenário. Aulas de informática, as posições de cada letra no teclado, assim como as outras teclas ao digitar uma busca em um site de pesquisa, bem como jogos educativos online, onde deve se clicar com o cursor [...].

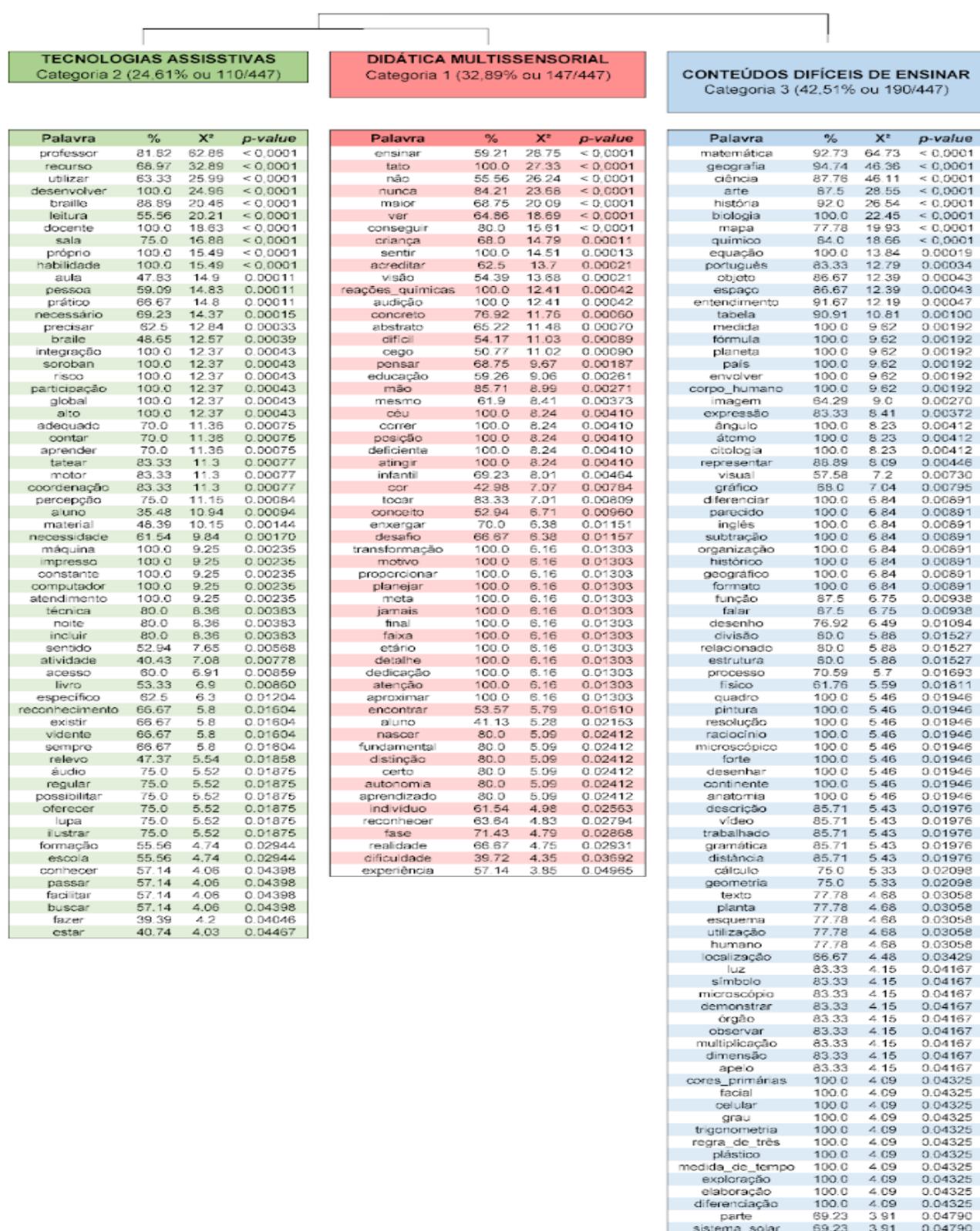


Gráfico 1. Dendrograma da análise da questão 1. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

P15q1: [...] Leitura e interpretação de Histórias em Quadrinhos: apesar da possibilidade de leitura por outra pessoa com entonação adequada, [...] é preciso ter acesso à imagem para que o humor faça sentido [...].

P205q1: [...] reconhecer o semblante de um colega, se triste ou alegre, certas brincadeiras. [...] a observação através do olhar que é muito importante pra se aprender, entender, reconhecer o semblante das pessoas e outras [...].

P224q1: [...] Trabalhar conceitos como amor e saudade também não é tarefa fácil, uma vez que existe grande dificuldade em ensinar conceitos abstratos.

Matemática

P8q1: Trigonometria, equações de 1º grau, geometria, geometria espacial, inglês. No inglês teria dificuldade de trabalhar a escrita e em matemática penso ser difícil demonstrar os teoremas, explicar as resoluções de equações.

P11q1: Funções, equações, inequações, matriz, determinantes [...].

P15q1: Análise e interpretação de gráficos e tabelas: geralmente [...] encontram-se impressos nos livros didáticos e possuem cores, formas e tamanhos difíceis de transpor para a realidade de uma pessoa não vidente.

P93q1: [...] Formas Geométricas, Sólidos geométricos: dificuldades de apresentar as diferenças entre as figuras, sólidos e características: vértices, arestas, ângulos, etc.

Ciências da Natureza

P1q1: Cores, Brilho, Ler, sensações, velocidade.

P46q1: Ensino de conteúdos de ciências como sistema nervoso, sistema digestivo, sistema urinário, sistema circulatório. Compreender os sistemas de funcionamento do corpo humano sem ter a visão do todo integrado, como são os órgãos [...].

P75q1: [...] fenômenos da natureza, animais selvagens, sentimentos, fauna e flora.

P93q1: [...] Reação Química, água e composto efervescente, dificuldades na observação das evidências visuais e a nível microscópico dos átomos e moléculas. Genética: dificuldades para entendimento de conceitos com grande nível de abstração, que a maioria dos materiais didáticos trazem ilustrados por imagens e fotos. Citologia animal: por tratar de conceitos e aspectos microscópicos. [...]

P179q1: Formação de imagens no espelho côncavo, montagem de materiais, formação de imagem com espelhos planos, refração, dispersão e formação das cores, composição da luz branca.

Ciências Humanas

P15q1: [...] Leitura de mapas: se o material não for adaptado, o aluno que não enxerga ou tem baixa visão, terá dificuldade para compreender as divisões políticas, demarcações territoriais, principalmente pelo importante uso das cores. [...]

P59q1: [...] geografia, trace o percurso de um ponto ao outro através da imagem, ou ainda, em história traga o documento de um familiar ou foto e conte a sua história [...], para uma professora vidente que nunca teve um aluno com essa deficiência em sua sala, qualquer atividade será um desafio, será preciso buscar alternativas para lhe garantir a aprendizagem.

P93q1: [...] Relevo: dificuldades em apresentar para o aluno cego ou de baixa-visão os conceitos que diferem os diferentes tipos de solo: planície, planalto, depressão, serras, morros, picos, etc. [...]

P143q1: Os conteúdos de História são mais difíceis de ensinar através de outros sentidos além da visão e audição, acredito que se tornem maçantes. Os conteúdos de Psicologia e Filosofia também me parecem apresentar alguma dificuldade pelo seu caráter subjetivo e dificuldade em oferecer diversidade em sua apresentação.

P223q1: [...] Mapas: Analisar diferenças em mapas antigos como fonte de documentos históricos [...].

Essa categorização é útil para compreender os obstáculos específicos encontrados no processo de ensino desses conteúdos para estudantes cegos ou com baixa visão. Muitos dos conceitos indicados podem ser ensinados considerando aspectos multissensoriais e esse ponto será abordado nas reflexões finais, visto que não apareceram nas respostas apresentadas pelos docentes.

Os professores destacaram que determinados conteúdos de ciências, como fenômenos ópticos e reações químicas, apresentam desafios significativos devido à sua forte dependência de representações visuais. Um professor questionou: 'Como ensinar a formação de imagens com espelhos ou dispersão da luz a um aluno cego?' (P122q2). Outro destacou: 'Reações químicas dependem de observar as mudanças de cor ou efervescência, o que é difícil de adaptar.' (P158q2).

Esses relatos ilustram que, embora esses temas sejam intrinsecamente visuais, é possível abordar as dificuldades com estratégias inovadoras. Por exemplo, a formação de imagens pode ser explicada por meio de modelos táteis que simulem os comportamentos de raios de luz em espelhos e lentes. Reações químicas podem ser adaptadas utilizando descrições detalhadas de sons, temperaturas e texturas percebidas durante os experimentos. Tecnologias assistivas, como sensores que convertem variações de cor em sinais sonoros, também podem auxiliar na acessibilidade de conteúdos.

Assim, ao integrar abordagens multissensoriais e recursos tecnológicos, os professores podem proporcionar experiências que, embora diferentes da visualização direta, permitam aos estudantes cegos uma compreensão significativa dos fenômenos científicos.

4.1.2. Análise Fatorial de Correspondência

A AFC gerou dois gráficos (sobrepostos no gráfico 2), contendo as 3 categorias encontradas. Desses gráficos, o primeiro, maior, no plano do fundo, destaca as palavras de cada categoria, variando o tamanho da fonte conforme a representatividade da variável (palavra). Já o gráfico menor, sobreposto no canto superior direito, representa os centros de massa de cada categoria, que facilita a análise de dependência ou independência das mesmas (tabela 1).

Conjunto I: A categoria 1 (Multissensorialidade), no quadrante inferior esquerdo, e a categoria 2 (Tecnologias Assistivas), no quadrante superior esquerdo, estão alinhadas na vertical, o que mostra que possuem dependência por estarem na mesma vertical. Todavia, trata-se de dependência moderada, já que cada uma encontra-se em um quadrante. Dessa forma, são 2 extremos que complementam uma mesma percepção. Ao mesmo tempo que os sujeitos entrevistados entendem que atividades e/ou conteúdos multissensoriais podem auxiliar no processo de ensino de ciências para alunos cegos ou com baixa visão, também entendem que isso só é possível mediante utilização de tecnologias assistivas.

Conjunto II: A categoria 3 (Conteúdos difíceis de ensinar), está isolada, no lado direito do gráfico, com metade dos termos ocupando o quadrante superior direito e a outra metade ocupando o quadrante inferior direito. Essa categoria é independente em relação às categorias 1 e 2, subsequentemente. A categoria 3, por si, significa que o público-participante não encontra solução para o ensino dos conteúdos que estão englobados nessa categoria (matemática, geografia, ciência, arte, história, biologia, mapa, equação, fórmula, planeta, corpo humano, imagem, expressão (matemática), ângulo, átomo, citologia, gráfico, subtração, função (matemática), etc.). Português, história, biologia também apareceram com destaque, assim como ciências, que aparece como terceiro termo mais frequente. Alguns trechos transcritos ilustram a análise:

P10q1: [...] ciências algumas interações são somente visuais. [...]

P20q1: Conteúdos de ciências que tem muito apoio visual para o entendimento [...].

P30q1: A linguagem, comunicação, as expressões culturais e artísticas são eminentemente visuais. Exemplos [...] Ciências Naturais: leitura e compreensão de formas dos objetos das Ciências Naturais: dificuldade pois são amplamente visuais [...].

P40q1: Matemática, Biologia, Física, Ciências, Geografia, são conteúdos onde as imagens já ensinam em 50% [...].

P54q1: Alguns conteúdos de Ciências seriam desafiadores no processo de ensino aos indivíduos cegos ou com baixa visão, porque comumente são ensinados a partir de um forte apelo visual. [...].

P63q1: [...] Ciências: diferenciar anfíbios [...].

Tabela 1. Associações da AFC: questão 1

Conjunto	Categorias	Associação	Nível de Intensidade
I	1 e 2	Dependência	Moderada
II	2 e 3 1 e 3		Independência

Fonte: Elaborado pelos autores.

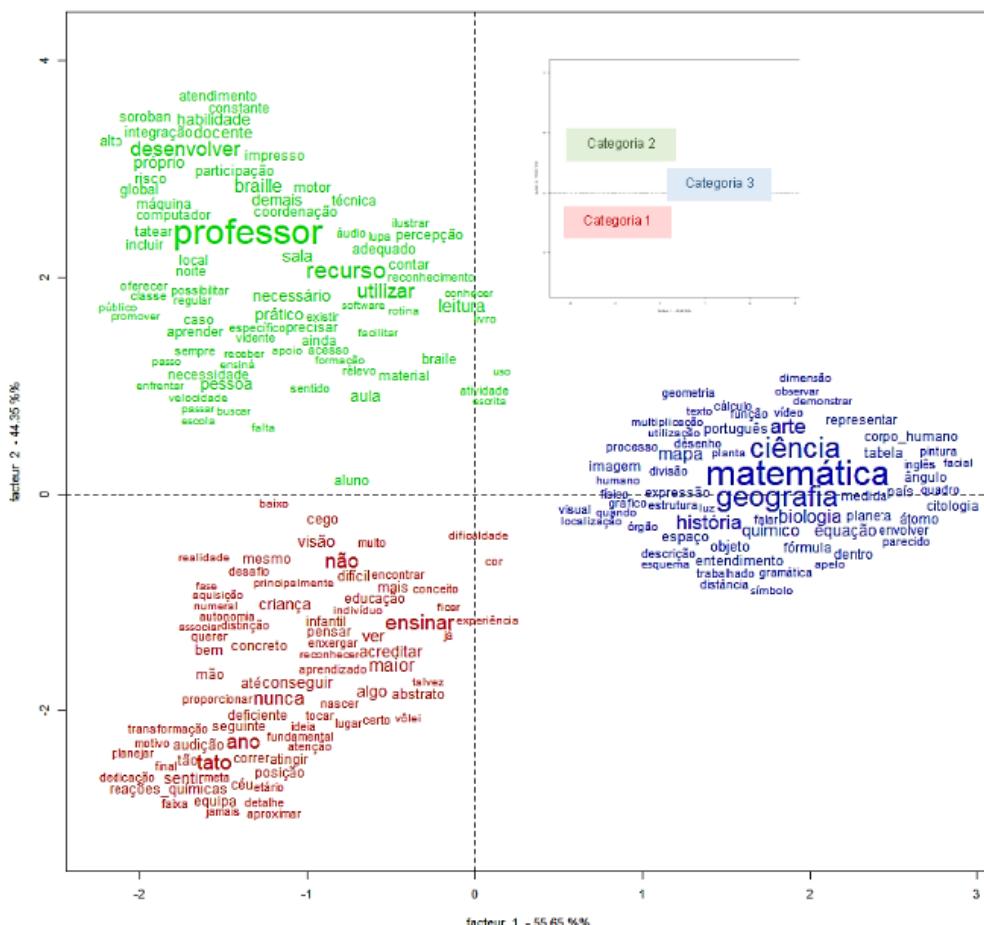


Gráfico 2. Análise Fatorial de Correspondência para a questão 1. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

4.2. Questão 2: Conteúdos de Ciências da Natureza difíceis de ensinar para discentes cegos ou com baixa visão na perspectiva do público-alvo

As respostas foram organizadas e importadas para o software Iramuteq, gerando um relatório inicial, indicando que foram analisados 241 textos (*corpus* de análise, equivalente ao total de respostas), subdivididos em 309 segmentos de textos (ST) reorganizados a partir do *corpus* inicial, 1.629 formas, 6.333 ocorrências (total de palavras).

4.2.1. Classificação Hierárquica Descendente

O Iramuteq classificou 238 ST, em 8 segundos, do total de 309 ST inicialmente organizados na importação dos dados. Isso representa 77,02% de ST analisados, indicando uma análise altamente satisfatória, já que a literatura aponta que a CHD tem bom percentual quando contém 75% de ST analisados (alguns autores apontam aproveitamento mínimo em torno de 70%) (Camargo & Justo; 2013a). Os critérios para a organização dos elementos em suas respectivas categorias seguiram 3 parâmetros: frequência, valor do X₂ e o p-valor (p-valor) e cada ST analisado, agrupou em média cerca de 20,495 palavras, gerando 3 categorias (gráfico 3) delimitadas e fundamentadas no referencial teórico. Para cada categoria, analisou-se a associação da palavra com a classe através da observação do X₂, aceitando valores iguais ou superiores a 3,841, e tomando o grau de liberdade 1 e significância de 95% (Costa, 2005; Levin & Fox, 2004).

Categoria 1: Tecnologias Assistivas (Recursos de Apoio)

Muitos depoimentos apontam que tecnologias assistivas, ou como a maioria chama, recursos de apoio, são fundamentais no auxílio do ensino de ciências para estudantes cegos ou com baixa visão. Na sequência segue trecho que corrobora com essa afirmação.

P98q2: O material deve ser transformado em braile, fazer uso de reglete, voxdox, máquinas de datilografar, autotradução, audiodescrição, imagens com relevo e outros, já para a criança com baixa visão, como cores, fontes negritadas, lupas, régulas, caderno com pauta dupla, espaçamento e escurecimento, entre outros.

Essa categoria já definida anteriormente, voltou a aparecer na análise da segunda questão.

Categoria 2: Desafio microscópico

O software agrupou em uma categoria, respostas relacionadas com conteúdos que abordam o ensino de fenômenos e conceitos microscópicos. A maioria das falas, dentre as quais algumas são transcritas na sequência, apontam que a utilização do microscópio é impossível para um estudante cego ou com baixa visão.

P21q2: Experiência com microscópio: utilizar o microscópio em experiências com as crianças cegas é difícil pois ela não poderá visualizar o resultado assim como as outras [...].

P31q2: Todo o conteúdo é bastante complicado de se ensinar com verdadeira eficácia, mesmo que ilustrados em relevo. Mas, acredito que células, membranas, órgãos (tanto origem animal quanto vegetal) é difícil por se tratar de algo difícil se distinguir através do tato [...]. Lembrando que há como adaptar, porém não se obtém o aprendizado significativo esperado. [...]

P43q2: [...] nos anos finais do Ensino Fundamental I, ao estudarmos sobre vírus, protozoários, fungos e bactérias acredito ser um tema bem complexo, que exigirá do professor um esforço e empenho maior, uma vez que a análise de imagens é uma prática frequente nessas aulas. A explicação e descrição do formato desses microrganismos,

que muitos só conseguem ser vistos com o auxílio do microscópio, o que gera uma dificuldade ainda maior, sua função no meio ambiente, os benefícios e malefícios que causam aos seres vivos. [...].

P85q2: Bactérias, água e suas impurezas [...].

P136q2: [...] Trabalhar ciências biológicas pode soar impossível se o assunto é representar os micro-organismos, que são visíveis por recursos visuais, não são palpáveis. [...]

P142q2: Átomos, Energia [...].

153q2: Circulação sanguínea, Átomos, Células.

P208q2: Como ensinar os diferentes tipos de micro-organismos. Diferenças em sua morfologia. Fatores que interferem no desenvolvimento como ph atividade de água e temperatura, por exemplo.

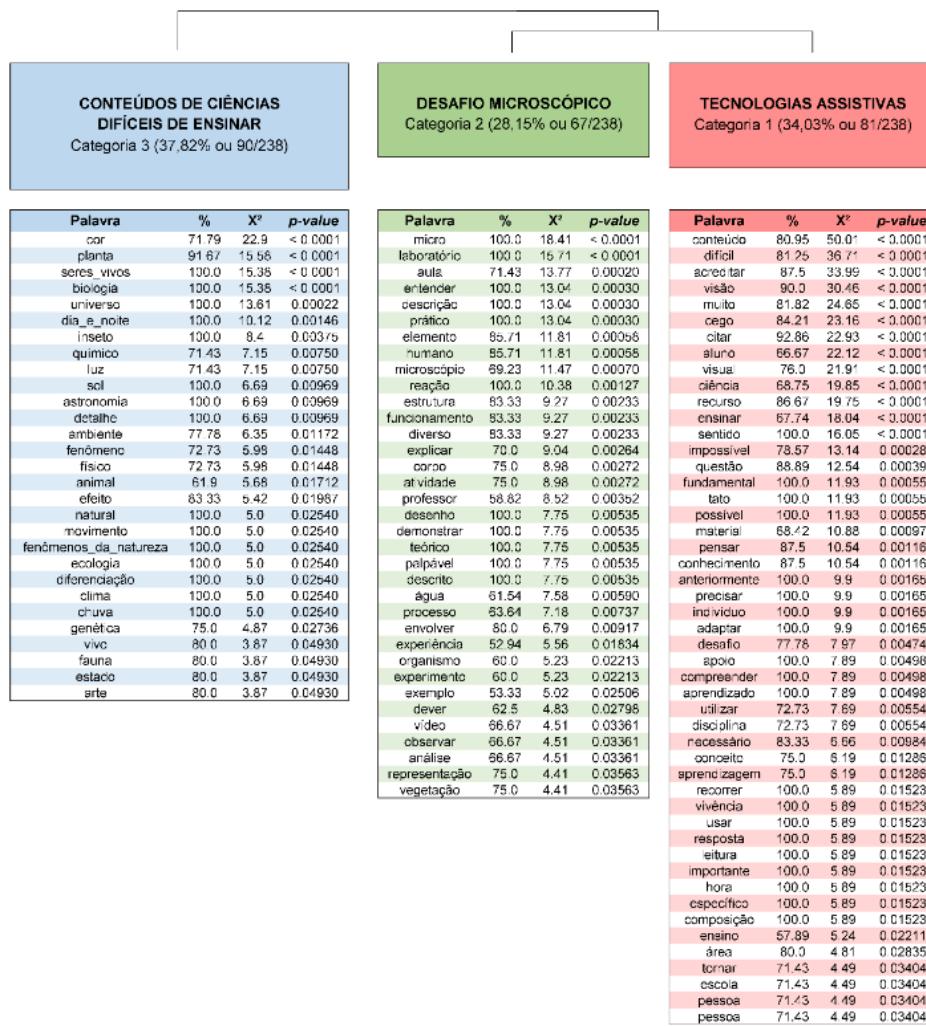


Gráfico 3. Dendrograma da análise da questão 2. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Categoria 3: Conteúdos de ciências difíceis de ensinar

Como apresentando nos parágrafos introdutórios, pesquisas na área apontam que são vários os desafios da educação inclusiva, e dentre eles, um dos maiores é o de ensinar conceitos e fenômenos naturais e

científicos para estudantes cegos ou com baixa visão, onde o ensino é pautado em padrões adotados para alunos videntes (Camargo, 2016). Os trechos transcritos ilustram a definição desta categoria.

P18q2: Transformação de materiais; Mudança nos estados físicos da água. Ciclo da água.

P25q2: Cores; O Universo; os Planetas.

P27q2: Sistema Solar; Vírus e Bactérias; Notação Científica

P35q2: Fenômenos da natureza (raio, arco-íris). Cores. Animais nocivos ou não para a saúde do ser humano (rato e hamster).

P38q2: Movimento de Rotação. O universo. As fases da lua observando o céu.

P54q2: Penso que seria muito difícil o ensino de conteúdos de Ótica (luz, sombra), Química (reações químicas) e Botânica (cores dos seres vivos) para indivíduos cegos ou com baixa visão [...].

P63q2: Diferenciar anfíbios, pontos cardeais, tipos de vegetação.

P72q2: Como falar de Luz para um aluno que não enxerga. Como falar de Cores de plantas. Como falar de Borboletas e insetos em geral.

P122q2: Formação de imagem com espelhos planos, refração, dispersão da luz e formação das cores, composição da luz branca.

Esse trecho ilustra a dificuldade de ensinar conteúdos fortemente dependentes de recursos visuais, como fenômenos ópticos. Ele sugere a necessidade de estratégias inovadoras, como modelos táteis que simulem o comportamento dos raios de luz, destacando a relevância de abordagens multissensoriais e assistivas no ensino desses tópicos.

P124q2: Dentro do meu conhecimento de ciências acredito que todo o conteúdo das aulas é difícil de serem ensinados pelo grande apelo visual que é de relevante importância para o aprendizado. Quando se é proposta uma aula em laboratório para experiência, o próprio procedimento e resultado é na sua quase totalidade visual. [...].

P140q2: Conceito de eletromagnetismo, mecânica, termodinâmica [...] da ciência física são muitos difíceis de trabalhar com os alunos.

P150q2: [...] Genética causaria muitas dificuldades por ser conteúdo abstrato e exigir do aluno essa abstração do conteúdo. Eletricidade e Magnetismo, ainda pelo mesmo motivo de requerer abstração e imaginação das propriedades e características. Reações Químicas por serem variáveis de acordo com os mais de 100 elementos químicos e concentrações.

P158q2: [...] como poderemos ensinar o conceito de luz a um aluno cego de nascença? Precisa compreender conceitos básicos como cor, claro, escuro, brilho, sombra, e conceitos mais profundos que dependem destes primeiros. Reações Químicas: como um aluno cego pode aprender sobre o pH de uma solução? Ou pode observar a reação da corrosão dos metais expostos ao ar ou a outras substâncias? [...].

P203q2: A diferença entre aracnídeos e insetos [...].

Mesmo já tendo uma categoria relacionada unicamente a conceitos científicos a nível microscópico, essa categoria foi criada porque identificamos conteúdos gerais da área de ciências da natureza e matemática presentes nas respostas investigadas.

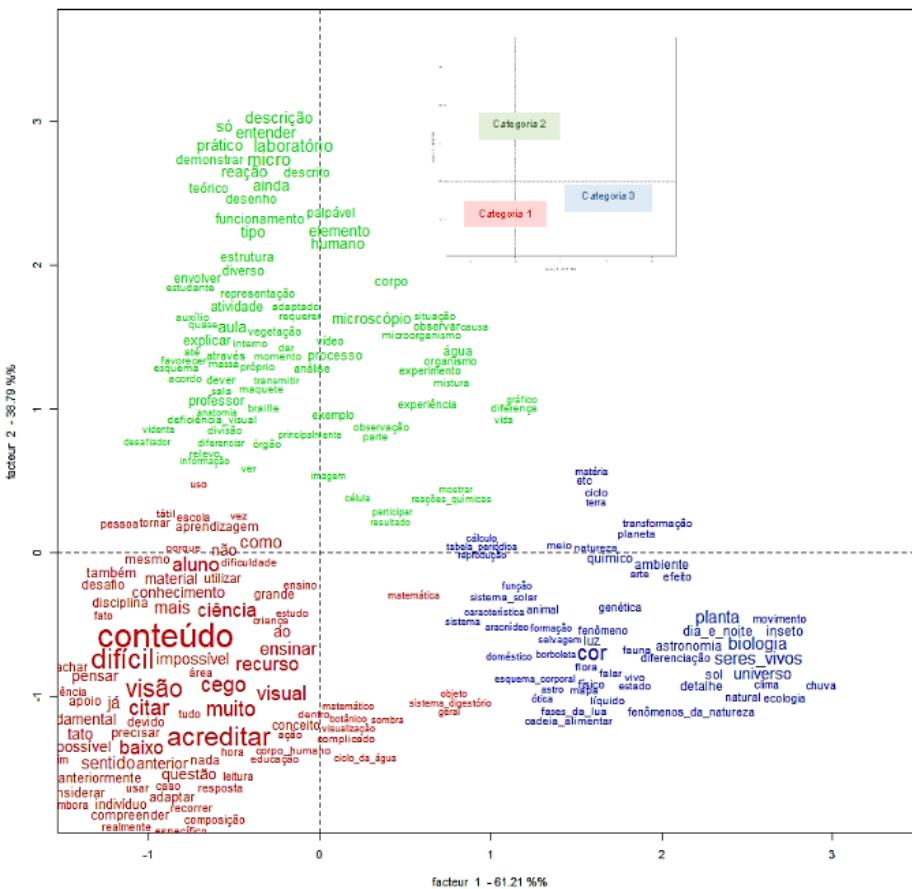


Gráfico 4. Análise Fatorial de Correspondência para a questão 4. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

4.2.2. Análise Fatorial de Correspondência

Também para a questão 2, foram gerados 2 gráficos (sobrepostos no gráfico 4), contendo as 3 categorias encontradas. O primeiro gráfico, maior, no plano do fundo, destaca as palavras de cada categoria, variando o tamanho da fonte conforme a representatividade da variável (palavra). Já o gráfico menor, sobreposto no canto superior direito, representa os centros de massa de cada categoria, que facilita a análise de dependência ou independência das mesmas conforme será apresentado na sequência (tabela 2).

Tabela 2. Associações da AFC: questão 2

Conjunto	Categorias	Associação	Nível de Intensidade
I	1 e 2 1 e 3	Dependência	Moderada
II	2 e 3		Independência

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conjunto i: A categoria 1 (Tecnologias Assistivas), no quadrante inferior esquerdo, e a categoria 2 (Desafio microscópico), no quadrante superior esquerdo, possuem centro de massa quase alinhados na mesma reta

vertical, o que mostra que possuem dependência. Todavia, trata-se de dependência moderada, já que cada uma encontra-se em quadrantes distintos. (são 2 extremos que complementam uma mesma percepção). Ao mesmo tempo que os sujeitos entrevistados entendem que as TA podem auxiliar no processo de ensino de ciências da natureza e matemática para discentes cegos ou com baixa visão, também entendem que conteúdos relacionados com conceitos e/ou fenômenos microscópicos são difíceis ou quase impossíveis de serem ensinados para o mesmo público. Também temos a dependência moderada das categorias 1 (Tecnologias Assistivas) e 3 (Conteúdos de ciências difíceis de ensinar). Essa relação tem o mesmo significado que o explicado anteriormente. De forma concomitante, o público entrevistado entende que as TA podem auxiliar no processo de ensino de ciências para estudantes cegos ou com baixa visão, sinalizando também que certos conteúdos são muito difíceis ou impossíveis de serem ensinados.

Conjunto II: Por sua vez, a categoria 3 (Conteúdos de ciências difíceis de ensinar), está isolada, no lado direito do gráfico. Essa categoria é independente em relação à categoria 2 (Desafio microscópico), evidenciando que os entrevistados entendem que existem conteúdos científicos difíceis ou impossíveis de serem ensinados para estudantes cegos ou com baixa visão (um aglomerado que se destaca dentre os conteúdos científicos são aqueles relacionados com conceitos e/ou fenômenos que abordam dimensões microscópicas).

A categoria 3, por si, significa que o público-participante não encontra solução para o ensino dos conteúdos que aí estão presentes (matemática, geografia, ciência, arte, história, biologia, mapa, equação, fórmula, planeta, corpo humano, imagem, expressão (matemática), ângulo, átomo, citologia, gráfico, subtração, função (matemática), etc.). Português, história, biologia e ciências, também apareceram com destaque. Pode-se concluir, que as respostas estavam abordando contextos gerais, conforme destacamos na sequência de transcrições:

P136q2: Trabalhar ciências biológicas pode soar impossível se o assunto é representar os micro-organismos, que são visíveis por recursos visuais, não são palpáveis.

P150q2: Ilustrar ou visualizar no microscópio são formas de facilitarem a construção de imagens mentais que potencializem a aprendizagem significativa dos conceitos. Genética causaria muitas dificuldades por ser conteúdo abstrato e exigir do aluno essa abstração do conteúdo. Eletricidade e Magnetismo, ainda pelo mesmo motivo de querer abstração e imaginação das propriedades e características. Reações Químicas por serem variáveis de acordo com os mais de 100 elementos químicos e concentrações.

P218q2: Não sou da área de ciências, mas irei responder de acordo com minhas experiências no tempo de escola. Uso de microscópio que necessita da visão para que o aluno possa observar os elementos descritos de forma teórica pelo professor; Uma aula prática em laboratório, em que o aluno deve analisar como diversos elementos reagem em contato com outros elementos. O professor teria como desafio transmitir toda a experiência para o aluno, sendo que, o momento da reação e a observação dos fatos ocorridos causa uma sensação de curiosidade e motivação para o aluno; As aulas sobre os fenômenos da natureza. [...].

Sobre os resultados encontrados, temos que as respostas da questão 1 evidenciam que as três categorias (Didática Multissensorial, Tecnologias Assistivas e Conteúdos Difíceis de Ensinar) estão intimamente relacionadas e se complementam. A Didática Multissensorial, reflete opiniões que consideram essencial para promover uma aprendizagem inclusiva e significativa, envolvendo múltiplos sentidos para ampliar a compreensão dos conteúdos e para desenvolver autonomia e interação social. Já a categoria TA mostra como os docentes consideram que elas desempenham um papel fundamental ao oferecer suporte adicional aos estudantes, eliminando barreiras e ampliando habilidades funcionais, permitindo que os estudantes acessem informações, realizem atividades e interajam com o currículo de forma mais eficiente, garantindo sua participação plena no processo educacional. Por fim, a categoria Conteúdos Difíceis de Ensinar, sintetiza conteúdos que apresentam desafios significativos para os estudantes cegos ou com baixa visão, no ponto de vista dos docentes investigados. Nesse sentido, as TA podem desempenhar um papel

crucial ao fornecer representações alternativas desses conteúdos, como descrições verbais de imagens ou versões táteis de gráficos e mapas e a Didática Multissensorial pode ser aplicada para explorar conceitos abstratos, auxiliando na compreensão desses temas complexos, auxiliando no processo de promoção de uma educação inclusiva de qualidade, proporcionando um ambiente de aprendizagem acessível, estimulante, com potencial para permitir que os estudantes superem desafios específicos e se desenvolvam acadêmica e socialmente.

A análise da questão 2 também evidencia interligação entre as categorias (Tecnologias Assistivas, Desafio microscópico e Conteúdos de ciências difíceis de ensinar) no âmbito do ensino de Ciências da Natureza e Matemática para estudantes DV. Como já destacamos, as TA fornecem recursos que permitem e facilitam o acesso às informações científicas. Mas o destaque maior fica para as outras duas categorias. Com base em avaliações advindas do senso comum, os docentes demonstram apresentar crenças em estereótipos que acabam subestimando a capacidade do estudante cego ou com baixa visão de aprender. Segundo os docentes, conteúdos relacionados com conceitos e/ou entes microscópicos, são aqueles que apresentam dificuldades específicas que devem ser enfrentadas. Segundo as opiniões avaliadas, a falta de visão direta impede ou dificulta consideravelmente o ensino e a aprendizagem de determinados conteúdos. O que não é fato. Mesmo assim, os conteúdos destacados requerem abordagens alternativas, como descrições detalhadas e o uso de modelos táteis ou sonoros para representar as estruturas microscópicas. A mesma análise também cabe à categoria Conteúdos de ciências difíceis de ensinar que abrange uma ampla gama de tópicos desafiadores. A falta de recursos visuais adequados torna esses conteúdos mais abstratos, exigindo estratégias adaptadas e recursos táteis, sonoros e verbais para facilitar a compreensão dos conceitos. Segundo os docentes, as TA desempenham um papel crucial em superar as limitações visuais, tanto no Desafio microscópico quanto no ensino de conteúdos de ciências difíceis. O uso de recursos tecnológicos adaptados, aliado a estratégias de ensino diferenciadas, permite que os estudantes acessem e compreendam fenômenos microscópicos e conceitos científicos de forma mais acessível. Nessa perspectiva, as TA podem auxiliar na superação de desafios específicos, promovendo o acesso a informações visuais e a compreensão de conteúdos complexos.

Por fim, cabe ressaltar que existe uma forte relação entre o "conhecer" e o "ver" que é amplamente aceita pela sociedade. Essa relação sugere que as duas condições estão diretamente ligadas, pois a forma como o senso comum entende os processos de ensino e aprendizagem é baseada no uso da visão como requisito fundamental.

Por outro lado, o conhecimento de conceitos científicos sobre fenômenos reais está intrinsecamente ligado a um processo de interpretação, reorganização e representação subjetiva dos significados captados. Esse processo envolve a construção de representações mentais caracterizadas pela diversidade sensorial, incluindo imagens mentais visuais, auditivas, táteis e outras modalidades sensoriais. Ao observar um fenômeno ou evento, uma pessoa recebe informações sensoriais que são interpretadas com base em seus conhecimentos prévios. Todavia, há significados que não possuem relação direta com as modalidades sensoriais. Conceitos como campo elétrico, carga elétrica e massa não podem ser empiricamente observados, pois. Nesses casos, a tentativa de criar referentes sensoriais para esses conceitos pode levar a equívocos conceituais. Portanto, é fundamental reconhecer que o conhecimento desses conceitos não requer modelos de natureza sensorial como pré-requisito para o entendimento. Assim, é essencial superar a relação entre conhecer e ver, reconhecendo que a visão não é um requisito indispensável para o entendimento de muitos fenômenos, indo além da dependência da visão como única fonte de conhecimento (Camargo, 2016; Soler, 1999).

5. Considerações finais

As categorias encontradas nesta pesquisa estão intrinsecamente relacionadas e complementam-se no contexto do ensino para estudantes cegos ou com baixa visão, contribuindo para uma educação inclusiva e de qualidade.

A Didática Multissensorial, presente no discurso de alguns respondentes, desempenha papel fundamental ao promover uma aprendizagem abrangente e significativa. Ao englobar múltiplos sentidos, como audição, tato, olfato e paladar, os docentes podem ampliar a apreensão de informações pelos discentes, proporcionando uma compreensão mais abrangente dos conteúdos. Essa abordagem facilita a internalização dos conceitos, permitindo que os estudantes explorem o ambiente de maneira interativa e participativa. A integração dos sentidos, juntamente com a utilização de TA, assume especial relevância pois fomentam a autonomia e a interação social dos alunos, visto que são ferramentas que oferecem apoio adicional aos estudantes cegos ou com baixa visão, eliminando barreiras e ampliando suas capacidades funcionais. As TA permitem que os alunos acessem informações, realizem atividades e interajam com o currículo de maneira mais eficaz, garantindo sua participação no processo educacional. De forma paralela, a abordagem multissensorial também se mostra relevante para explorar conceitos abstratos, buscando formas concretas de representação e experiência, auxiliando na compreensão desses temas complexos. Assim, os resultados aqui apresentados evidenciam a importância da inclusão e acessibilidade na educação, especialmente para estudantes cegos ou com baixa visão. Ao reconhecer a interconexão entre as categorias, é possível sugerir que o ensino de ciências da natureza e matemática pode adotar abordagens mais inclusivas e efetivas para atender às necessidades desses alunos.

Quando analisamos as percepções dos docentes é possível identificar que existe uma noção de que os estudantes cegos ou com baixa visão podem não ser capazes de aprender determinados conteúdos, já que consideram a visão é fundamental para a aprendizagem. Por isso é importante ressaltar que as metodologias inclusivas devem ser cada vez mais estudadas, aprimoradas e desenvolvidas nos cursos de formação de professores. Os educadores precisam ser capacitados e atualizados em práticas inclusivas e no uso de TA e, principalmente, em questões relacionadas à diversidade. É fundamental que compreendam as necessidades específicas dos estudantes e saibam trabalhar para atender a essas necessidades.

Nesse sentido nos posicionamos favorável ao direito à diferença, à diversidade e à heterogeneidade, defendendo a ideia de que processos inclusivos sejam realizados por meio de três princípios básicos: a presença do aluno cego ou com baixa visão na escola, a adaptação às particularidades de todos e a criação de condições para que todos possam participar dos processos comuns da sala de aula. Essas considerações implicam em uma relação bilateral de adequação entre o ambiente educacional e os estudantes. No processo inclusivo, as diferenças individuais devem ser reconhecidas e aceitas. E são essas diferenças que precisam se consolidar como base para a construção de abordagens metodológicas inovadoras. Não há mais lugar para segregação e exclusão. As instituições devem garantir a plena participação de todos os estudantes em qualquer processo escolar. Não é responsabilidade exclusiva do indivíduo conduzir sua jornada escolar, mas sim dos professores, gestores, alunos, futuros professores em formação, educadores em geral e da população como um todo. A conscientização e mudança de atitudes em relação à inclusão de alunos cegos ou com baixa visão precisa ocorrer.

Como já dito, alguns dados sinalizam que esse público pode não ser capaz de aprender certos conteúdos, e isso não nos parece coerente. É necessário superar estereótipos e preconceitos, garantindo que esses estudantes sejam acolhidos e valorizados em todas as etapas da educação.

Enfrentar esses desafios requer um esforço conjunto de educadores, instituições educacionais, governos e sociedade como um todo. A formação de parcerias, a alocação de recursos adequados e a promoção de

políticas inclusivas são passos importantes para garantir uma educação acessível e de qualidade para todos, independentemente de sua condição visual.

6. Referencias

- Ballester-Alvarez, J. A. (2003). *Multissensorialidade no ensino de desenho a cegos*. (Dissertação de Mestrado). Escola de Comunicações e Artes, Universidade Estadual de São Paulo.
- Brasil. Casa Civil. (2004). *Decreto nº 5.296 de 2 de Dezembro de 2004*. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm.
- Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2023). *Censo da educação básica 2022: resumo técnico*. Brasília: Inep.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular - A Educação é a Base*. Etapa do Ensino Médio. Brasília. Recuperado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.
- Camargo, B. V., & Justo, A. M. (2013a). *IRAMUTEQ: Um Software Gratuito para Análise de Dados Textuais*. Temas em Psicologia, 21(2), 513-518.
- Camargo, B. V., & Justo, A. M. (2013b). *Tutorial para uso do software de análise textual IRAMUTEQ*. Florianópolis-SC: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Camargo, E. P. (2016). *Saberes docentes mobilizados nos contextos da formação em licenciatura em física e dos estudantes com e sem deficiência visual*. (Tese de livre-docência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/143042>.
- Camargo, E. P. (2012a). *Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física* (1st ed., Vol. 1). São Paulo, Brazil: Unesp.
- Camargo, E. P. (2012b). O Perceber e o Não Perceber: algumas reflexões acerca do que conhecemos por meio de diferentes formas de percepção. In E. F. S. Masini (Org.), *Perceber: raíz do conhecimento*. São Paulo: Vetor.
- Carvalho, A. M. P., & Sasseron, L. H. (2018). Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. *Estudos Avançados*, 32(94), 43-55.
- Carvalho, M. S., & Struchiner, C. J. (1992). Análise de Correspondência: Uma Aplicação do Método à Avaliação de Serviços de Vacinação. *Caderno de Saúde Pública*, 8(3), 284-301.
- Costa, S. (2005). A formação do professor e suas implicações éticas e estéticas. *Psicopedagogia online. Educação e saúde mental*. Disponível em: <http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entID=567>.
- Dainez, D., & Smolka, A. L. B. (2019). A função social da escola em discussão, sob a perspectiva da educação inclusiva. *Educação e Pesquisa*, 45, e188816.
- Demo, P. (2000). *Metodologia do Conhecimento Científico*. São Paulo: Atlas.
- Lahlou, S. (2012). Text Mining Methods: An answer to Chartier and Meunier. *Papers on Social Representations*, 20(38), 1-7.
- Levin, J., & Fox, J. A. (2004). *Estatística para ciências humanas*. São Paulo: Pearson.
- Molena, J. C. (2018). *Ensino de Química para alunos com Deficiência Visual: investigando a percepção de professores sobre o processo de conceitualização*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, campus Araras.
- Oliveira, C. A., & de Souza Amancio, J. R. (2022). Experiências Formativas Potencializadas Pelas Tecnologias Digitais Nas Aulas De Matemática. *Revista Docência e Cibercultura*, 6(3), 165-179.
- Paiva, L. E. B. et al.. Planned behavior and religious beliefs as antecedents to entrepreneurial intention: a study with university students. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 21, n. 2, p. eRAMG200022, 2020.
- Ratinaud, P., & Marchand, P. (2012). Application de la méthode ALCESTE à de "gros" corpus et stabilité des "mondes lexicaux" : analyse du "CableGate" avec IraMuTeQ. In *Actes des 11eme Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles*. 11eme Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles. Liège, JADT 2012, 835–844.

- Sartoretto, M. L., & Bersch, R. (s.d.). *Assistiva Tecnología e Educação*. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>.
- Sasseron, L. H. (2015). Una breve reflexión sobre la Enseñanza de la Física en la sociedad actual. *Quehacer educativo*, 19(37), 10-14.
- Soler, M. A. (1999). *Didáctica multissensorial de las ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Veer, R. V. D., & Valsiner, J. (1996). Defectología. In R. V. D. Veer & J. Valsiner (Eds.), *Vygotsky: uma síntese* (pp. 73-92). São Paulo: Edições Loyola.
- Vigotski, L. S. (1997). *Obras Escogidas: V Fundamentos de Defectología*. Editora Aprendizaje Visor. 2^a ed. Madrid, p.391.
- Yamazaki, S. C., Angotti, J. A. P., & Delizoicov, D. (2017). Aprender como Ensinar Física através do Livro Texto de Ciclo Básico Universitário: um Fenômeno Didático em questão. *Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 13(28), 5-22.