

COLÉGIO PEDRO II

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura
Especialização em Ensino de Física na Educação Básica

Suelen Nascimento da Costa

**O CEGO E O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO
BÁSICA**

Rio de Janeiro
2021



Suelen Nascimento da Costa

O CEGO E O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Física na Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Física na Educação Básica.

Orientador Sc. Dr André Luis Tato Luciano dos Santos

Rio de Janeiro

2021

COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA
BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

C837 Costa, Suelen Nascimento da
O cego e o ensino de física na educação básica / Suelen Nascimento da Costa. - Rio de Janeiro, 2021.

54 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: André Luis Tato Luciano dos Santos.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Cegos – Educação. 3. Educação inclusiva. I. Santos, André Luis Tato Luciano dos. II. Colégio Pedro II. III Título.

CDD 530

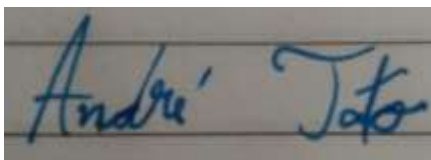
Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

Suelen Nascimento da Costa

O CEGO E O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Física na Educação Básica vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Física na Educação Básica.

Aprovado em: ____/____/____.



Dr. André Luis Tato
Colégio Pedro II



Dr. Robson Costa de Castro
Colégio Pedro II



Msc. Diulei da Silva Cruz Choté
Colégio Pedro II

*Dedico este trabalho a Deus e à minha família,
que sempre me apoiou em minha vida acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela vida, e pela força e coragem para prosseguir nos momentos árduos do curso.

Aos meus pais que nunca me negaram apoio durante essa jornada de aperfeiçoamento acadêmico.

Aos meus colegas de classe, que me proporcionaram momentos de alegria, e com os quais pude dividir não somente momentos bons, mas também momentos de incertezas.

Ao Sc. Dr. André Luis Tato, que se dispôs em me orientar e a compartilhar seu conhecimento para me auxiliar nessa etapa final do curso. Por seus conselhos que em momentos de incerteza me ajudaram a continuar e a seguir firme no objetivo de concluir esse trabalho.

A todo corpo docente do Curso de Especialização em Ensino de Física na Educação Básica, fornecido pelo Colégio Pedro II, que ao longo do curso proporcionaram momentos prazerosos, compartilhando não somente conhecimento, mas também experiências profissionais e de vida, que se esforçaram e se dispuseram de tempo para nos fornecer conteúdos e aprendizados valiosos.

“[...] é preciso que tenhamos o direito de ser diferentes quando a igualdade nos descaracteriza e o direito de sermos iguais quando a diferença nos inferioriza.”

(Maria Teresa Eglér Mantoan)

RESUMO

COSTA, Suelen Nascimento da. **O cego e o ensino de Física na Educação Básica**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2021.

Esse trabalho consiste na realização de uma pesquisa bibliográfica sistemática a respeito do Ensino de Física para cegos na Educação Básica, no que diz respeito à adaptação de materiais didáticos para este perfil de aluno, cujo objetivo é analisar o grau de diversidade de recursos didáticos produzidos nessa área, e o grau de diversidade de áreas e tópicos da Física abordados nessas propostas. A pesquisa bibliográfica foi realizada nas seguintes plataformas digitais de pesquisa: Periódicos Capes, SciELO, Física na Escola, Caderno Brasileiro de ensino de Física, e Revista do Professor de Física, com um recorte temporal de 2006 – 2019, e a análise dos dados coletados se deu de forma quali-quantitativa. Como resultado, foi verificado que há uma preferência por materiais táteis-visuais, e em relação às áreas e tópicos da Física abordados nas propostas, há uma concentração em Mecânica e em Óptica. Concluiu-se que outros tipos de recursos necessitam ser mais explorados, assim como algumas áreas da Física, principalmente a área de Física Térmica.

Palavras-chave: Ensino de Física. Cego. Materiais adaptados. Educação inclusiva.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Especificidades no processo de aprendizagem do cego	12
2.2	Necessidade de adaptações no Ensino de Física para cegos.....	15
2.3	Ferramentas e recursos didáticos importantes no ensino para cegos	16
2.3.1	O Sistema Braille de escrita.....	17
2.3.2	O soroban.....	20
2.3.3	O Thermoform.....	20
2.3.4	O livro didático e o audiolivro.....	22
2.3.5	Leitores de Tela	22
2.3.6	Materiais didáticos adaptados em relevo.....	22
3	METODOLOGIA	26
3.1	Critérios de seleção dos artigos.....	26
3.2	Critérios de análise.....	27
3.2.1	Tipos de ambientes educacionais.....	28
3.2.2	Tipos de propostas didáticas.....	28
3.2.3	Estruturas empíricas da linguagem.....	28
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS	30
4.1	Tipos de ambientes educacionais e de propostas didáticas observados....	30
4.2	Estruturas empíricas da linguagem	32
4.2.1	Recursos observados.....	33
4.3	Tipos de atividades desenvolvidas.....	36
4.4	Áreas e tópicos da Física observados.....	37
4.5	Artigos por ano.....	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
	REFERÊNCIAS	45
	ANEXO A – ARTIGOS DA PESQUISA.....	48
	ANEXO B – ATIVIDADE 2	51

1 INTRODUÇÃO

A educação dos cegos é um assunto um tanto recente. Historicamente, as tentativas de investimento nesse assunto se iniciaram no século XVI, com a publicação dos primeiros livros referentes à educação dos cegos, escritos por Peter Pontanus, Heming (que era cego) e Pe. Lara Terzi, e a tentativa do médico italiano Girolinia Cardono de leitura por meio do tato. (TELFORD; SAWREY, 1988, p. 467-469 *apud* ARAÚJO, 1993) A falta de bibliografia disponível na área, até pouco tempo, fez a maior parte das tentativas partirem do zero.

Foi na França que uma escola somente para cegos foi criada. Em 1784, a primeira escola para cegos foi fundada, o Instituto Real dos Jovens Cegos, na qual o corpo discente era homogêneo, composto somente por pessoas com deficiência visual. Esse modelo de escola chegou ao Brasil por intermédio de um jovem brasileiro de família abastada chamado José Alvares de Azevedo. Este, em 1851, foi apresentado ao imperador D. Pedro II por Xavier Sigaug, médico da família imperial, cuja filha cega era aluna de José Alvares. Em 1854, quando foi fundado como Imperial instituto de Meninos Cegos (FIGUEIRAS; PEREIRA; MELCA, 2008) atual Instituto Benjamin Constant, doravante IBC. Nesse mesmo ano, Brasil e França reconheceram o Sistema Braille de escrita.

Porém, baseado nos parâmetros atuais de educação inclusiva, podemos dizer que esse modelo de escola somente para cegos ainda não era inclusivo, pois todo o corpo discente era composto por alunos cegos. Em outras palavras, tal escola não poderia ser chamada de inclusiva porque não contemplava a diversidade de alunos.

Não podemos dizer que isso era certo ou errado, apenas diferente e o que era possível à época. O que podemos afirmar é que o ensino nesse tipo de escola é mais especializado, ou seja, nessa época o cego ainda não recebia educação na escola regular. Não são necessários esforços para deduzir que as 30 vagas anuais oferecidas pelo Imperial Instituto dos Meninos Cegos era ínfimo ao existente na população brasileira na época. (LEÃO; SOFIATO, 2019)

Foi a partir de 1988 que as escolas de classes regulares, ou seja, as não especializadas, passaram por possuir o dever de atender aos alunos especiais, como nos mostra o parágrafo III do artigo 208 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988: “Art. 208. O dever do Estado com a educação será efetivado mediante a

garantia de: “[...] III – atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino.” (BRASIL, 1988, p. 124).

Embora o parágrafo III do artigo 208 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 exija a inclusão do aluno preferencialmente nas escolas regulares, ainda há muito a fazer para que as escolas de classes regulares se tornem efetivamente inclusivas, como adaptações físicas nos ambientes escolares, capacitação de professores, dentre outros pontos importantes. E quando se trata de educação inclusiva deve-se ressaltar que os alunos que possuem necessidades específicas podem apresentar em determinados casos um ritmo de aprendizagem diferenciado, por isso a necessidade de propostas pedagógicas que consigam respeitar tal ritmo de aprendizagem (ROCHA, 2017).

Ao falar de educação inclusiva se faz necessário ter um zelo quanto à forma que ela é praticada. A educação inclusiva não pode ser inclusiva para uns e excludente para outros. Quando tal termo é abordado, na verdade o que está sendo referido não é um grupo específico de alunos que necessitam de atenção especial, mas sim todos os distintos grupos de alunos, com ou sem necessidades educacionais específicas:

É necessário que professores compreendam que o tema da inclusão não se aplica somente aos alunos com necessidades educacionais especiais, contemplando também todos aqueles que se encontram excluídos de qualquer setor social. Como explica Vitalino (2010, p.240), o termo inclusão não se aplica com exclusividade aos alunos com deficiência, mas para todos os discentes. (VITALINO, 2010, p.240 *apud* CAMARGO, 2016, p. 25)

Frente às dificuldades enfrentadas pelos cegos durante o processo de aprendizagem, este trabalho tem como objetivo contribuir com uma reflexão a respeito da inclusão do cego na Educação Básica, e como tem ocorrido essa relação entre os cegos e o Ensino de Física.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Especificidades no processo de aprendizagem do cego

Segundo Vigotski (1934 *apud* BEZERRA, 2001), a linguagem do ser humano é constituída por uma comunicação racional, dotada de significados que possibilitam a troca de ideias e a realização de tarefas mais elaboradas, diferente do que ocorre entre os animais irracionais, que com gestos e movimentos se comunicam.

A forma como o cego faz a leitura de mundo é diferente da maneira como o vidente a faz. Segundo Vigotski (1995 *apud* SALES; KOHL; MARQUES, 2011, p.868), o desenvolvimento cultural não caminha junto com o desenvolvimento natural, ou seja, o desenvolvimento cultural se dá por caminhos indiretos, para os cegos o visual migra para o campo tátil, e para os surdos por exemplo, o auditivo se torna visual.

Isso gera formas culturais de comportamento. Em contrapartida à cultura dos cegos, conforme escreveu Camargo (2008), temos a cultura do vidente, onde a maioria das coisas é percebida a partir do campo visual, dentro da cultura do vidente o cego apresenta dificuldades de realização de suas tarefas cotidianas, como por exemplo, fazer compras, ler um rótulo de remédio, etc.

A partir da visão de Soler (1999 *apud* CAMARGO, 2016), podemos dizer que o vidente faz uma leitura global daquilo que ele está observando (varredura partindo do todo ao ponto), obtendo e construindo as informações em curto intervalo de tempo, por meio da utilização dos sentidos sintéticos (audição, visão). Já o cego, realiza essa leitura a partir do tato (que é um sentido analítico), obtendo e compreendendo as informações por etapas (ponto a ponto).

Por consequência do exposto acima, o cego (em relação ao vidente) necessita de um tempo diferenciado para realizar a leitura de mundo, tarefas, dentre outros, pois a sua percepção se dá em um tempo maior em comparação ao tempo de percepção dos videntes.

As adaptações são extremamente importantes para a pessoa com deficiência. Segundo Vigotski (1995, p. 451 - 458 *apud* SALES; KOHL; MARQUES, 2011, p.867) o desenvolvimento cultural das pessoas com alguma necessidade especial se dá por

meio de adaptações dos sistemas de comunicação (como por exemplo, o da escrita), as quais tornam possível a compreensão do que lhe é transmitido.

Por isso é essencial para os cegos a educação diferenciada, não excludente, direcionada ao aluno cego, como por exemplo, o ensino de Braille, evoluindo ao uso de materiais não visuais. A utilização da linguagem apropriada para cada tipo de aluno exercerá um importantíssimo papel para tal desenvolvimento cultural. “Com diferentes recursos, adaptados às necessidades dos estudantes, os deficientes visuais devem atingir níveis de escolaridade e desenvolvimentos cognitivos similares aos demais alunos.” (TATO; LIMA, 2016, p. 61).

A deficiência visual não torna o cego incapaz de conhecer, pensar e de formular ideias e pensamentos. Em algumas áreas da Física, como por exemplo em Física Moderna e em Relatividade, a cegueira pode contribuir para uma abstração e um entendimento mais fiel do fenômeno físico, (CAMARGO, 2008; SANTOS, 2001). Na tentativa de representar a realidade, utiliza-se recursos visuais para representar fenômenos não visuais, logo, as representações visuais do conhecimento científico são modelos, e que nem sempre representam a realidade do fenômeno em análise (MOREIRA, 1999, *apud* CAMARGO 2016). A partir disso, a deficiência visual pode ser utilizada como uma vantagem na compreensão de um fenômeno físico.

Outro ponto importante a ser abordado mediante ao tema discutido é a formação da consciência e como ocorre o processo de construção do pensamento e da linguagem verbal da pessoa cega. A consciência da criança não está relacionada com a conexão da criança com o mundo interno, e sim com as respostas da interação do mundo externo com o interno, ou seja, o processo de consciência está vinculado ao contato da criança com a realidade e suas experiências com a mesma (VIGOTSKI, 1987, *apud* JOBIM E SOUZA, 2004).

Ainda segundo Vigotski (1987, *apud* JOBIM E SOUZA, 2004), inicialmente o pensamento e a palavra não possuem nenhuma relação, porém ao longo do desenvolvimento dos mesmos, é gerada uma interdependência entre eles. Tal relação é um produto do desenvolvimento da consciência humana, ou seja, inicialmente, o pensamento e a palavra existem na criança sem conexão alguma, e ao longo de seu desenvolvimento, palavra e pensamento se conectam e se desenvolvem.

A partir disso, pode-se dizer que a construção do significado de uma palavra é um processo: “O significado da palavra é inconstante. Modifica-se no processo do

desenvolvimento da criança. [...] Modifica-se também sob diferentes modos de funcionamento do pensamento.” (VIGOTSKI, *apud* BEZERRA, 2001, p. 208)

A significação das palavras é importante no processo de comunicação, seja ela entre indivíduos, ou de alguma informação ao indivíduo. Para que tal comunicação seja clara e eficiente é necessário que o significado da mensagem que está sendo transmitida tenha o mesmo teor ao alcançar o receptor. No processo de compreensão de um texto um fator importante é a memória, pois quando o leitor, seja ele vidente ou não, está realizando a leitura, ele traz à mesma durante o seu processo, as informações que se relacionam com o assunto abordado no texto. Tais informações são informações que o leitor carrega consigo em sua memória. Segundo escreveu Kato (2000, p. 48): “Na comunicação, entretanto, a extração do significado de um enunciado ou de um texto depende do que o indivíduo tem na memória e da maneira como essa memória funciona.”

De forma mais sucinta, a compreensão de um texto dependerá dos seguintes processos: assimilação das letras e das palavras; assimilação de significados associados ao conteúdo que está sendo lido; e agregação desses significados com o conhecimento e informações que o leitor já carrega consigo (KATO, 2000).

Voltando o foco no indivíduo cego, pode-se dizer que o significado das palavras e as memórias que elas remetem no indivíduo passam por um caminho um tanto diferente em relação no vidente. A criança cega conhece o mundo ao seu redor por meio de vivências tátil-cinestésicas (ela nunca poderá saber o que é um algodão se a mesma nunca tocar em um algodão e sentir sua textura, por exemplo). Ou seja, o acesso ao conhecimento dos objetos para ela só é possível por vias não visuais. Com isso, a identificação de objetos e a associação das palavras às imagens mentais e aos seus significados que o cego poderá construir estarão limitadas às vivências tátil-cinestésicas e ao conhecimento do seu mundo em volta adquiridos pelo o indivíduo (FIGUEIRAS; PEREIRA; MELCA, 2008).

Imaginemos uma situação na qual um aluno cego, durante uma aula de Física, receba em um dado momento um exercício, cujo enunciado diz que um pêndulo é posto a oscilar a uma determinada frequência. Nesse caso, se faz necessário buscar saber se o aluno conhece tal objeto para que ele consiga imaginar a situação do problema, pois caso contrário, a compreensão da questão se tornará incompleta. Caso o aluno não conheça tal objeto, então se torna necessário a apresentação de tal objeto para o aluno, permitindo ao aluno o manuseio do objeto de maneira a conhecê-lo.

Esse momento de conhecimento de determinados objetos pode ser feito durante as aulas de conteúdo, ou durante as aulas de laboratório, para que sejam oferecidas ao aluno as condições necessárias para que o mesmo se torne capaz de compreender os problemas de Física.

2.2 Necessidade de adaptações no Ensino de Física para cegos

É necessário discriminar para promover a igualdade. O ato de incluir não é ignorar as diferenças e as necessidades educacionais específicas de cada aluno, em outras palavras, não se inclui o cego a uma turma regular tratando-o como os demais alunos. Na verdade, isso só gera a exclusão. Respeitar as diferenças e as necessidades específicas dos alunos e basear o planejamento das atividades pedagógicas nessas diferenças e necessidades, se torna um caminho mais justo frente à educação inclusiva. Segundo Mantoan (2004, *apud* CAMARGO, 2016, p. 28): “[...] é preciso que tenhamos o direito de ser diferentes quando a igualdade nos descaracteriza, e o direito de sermos iguais quando a diferença nos inferioriza.”

Frente a essa realidade, o professor de Física acaba por exercer um papel que transcende o ato de ensinar Física, o de inclusão dos alunos como cidadãos que possuem necessidades educacionais especiais. Logo é necessário que na formação docente nas universidades a educação inclusiva seja abrangida, juntamente com suas técnicas e práticas, pois a realidade da educação brasileira é heterogênea (CAMARGO, 2016).

Segundo Camargo (2008), os professores precisam ter uma formação que atenda não somente às necessidades educacionais do aluno cego, mas que também atenda às necessidades inerentes à formação social do cego, ou seja, que auxilie na formação educacional do aluno cego e em sua formação como indivíduo que também ocupa um lugar na sociedade.

Segundo Soler (1999, *apud* CAMARGO 2016), o Ensino das Ciências Naturais é intensamente visual, porém nem todas as informações referentes ao que é aprendido são captadas por meio do campo visual. Devido a essa intensificação do uso da visão no Ensino de Ciências, perdas de informações podem ser geradas ao longo desse processo de aprendizagem.

Uma possível solução para tal situação é a multissensorialidade, que é uma forma de ensino no qual não existe uma valorização de uns sentidos e a desvalorização

de outros sentidos. Na multissensorialidade todos os sentidos são importantes na etapa da observação (de algum fenômeno, etc) durante o processo de aprendizagem (SOLER, 1999, *apud* CAMARGO 2016). Segundo Camargo (2016), quanto mais sentidos o indivíduo utiliza, maior será o leque de informações disponíveis em seu aprendizado.

Associado à exploração dos sentidos está o estímulo. Segundo escreveu Sá; Campos; Silva (2007, p. 21): “[...] A falta de conhecimento, de estímulos, de condições e de recursos adequados pode reforçar o comportamento passivo, inibir o interesse e a motivação [...]”, ou seja, a falta da visão gera no indivíduo cego dificuldade de interação com ambiente externo, acarretando esse comportamento tipicamente passivo.

Sendo a motivação um importante fator no processo de aprendizagem, se faz necessário que o professor de Física durante as aulas, motive esse aluno cego, orientando-o durante o manuseio do material físico (concreto), para que tal interação gere no estudante o entendimento mais correto possível do conceito físico que está em análise durante tal interação.

2.3 Ferramentas e recursos didáticos importantes no ensino para cegos

Devido a tais especificidades cognitivas do cego em seu processo de aprendizado, se fazem necessárias adaptações na forma como se ensina e nos recursos didáticos a serem utilizados. A partir disso, durante esse tópico serão abordadas algumas ferramentas e recursos didáticos necessários no processo de aprendizagem do cego.

Os recursos didáticos utilizados no ensino para cegos podem ser dos tipos recursos didáticos especializados, ou recursos didáticos adaptados. Os *recursos didáticos especializados* se tratam de materiais que foram pensados com o fim do uso exclusivo dos cegos, com a linguagem própria para os mesmos, como os materiais em braile, por exemplo. Os *recursos didáticos adaptados* são construídos por materiais didáticos de uso geral (no sentido de público alvo), porém, que receberam adaptações para o manuseio por pessoas com deficiência visual, como por exemplo, mapas e tabelas em relevo (FIGUEIRAS; PEREIRA; MELCA, 2008).

Vejamos a seguir exemplos de recursos didáticos especializados e de recursos didáticos adaptados aos cegos.

2.3.1 O Sistema Braille de escrita

O Sistema Braille foi criado pelo francês Louis Braille, que também era cego. É um sistema de leitura e escrita que se utiliza de pontos em relevo, cuja leitura é feita por meio do tato, e possui sessenta e três caracteres, formando letras, números, símbolos gramáticos, musicais, dentre outros. Os caracteres são feitos por meio de furos com o auxílio da reglete e do punção, conforme ilustra a figura 1. Os pontos são organizados em celas Braille, cada cela possui seis pontos que ficam dispostos em duas colunas (: :) (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007).

Figura 1- Reglete (peça de metal) e punção (peça em azul)



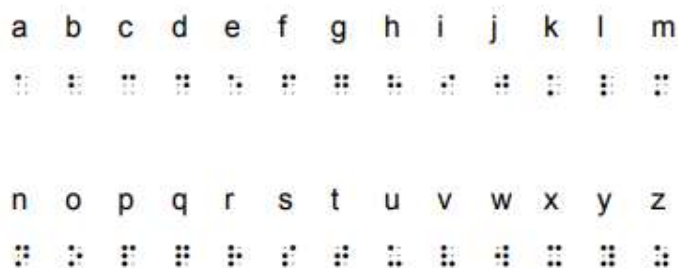
Fonte: SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007.

Conforme ilustra a figura 2, a escrita tradicional em Braille não é realizada no mesmo sentido de leitura, caso seja feita manualmente. A escrita é feita da direita para esquerda, e a leitura da esquerda para direita. A explicação disso é o fato da escrita ser feita no lado avesso em relação ao lado que é feita a leitura. Além disso, podemos observar que os pontos da cela Braille recebem uma numeração conforme a sua posição na mesma, cuja função não passa de localização, pois os números no Sistema Braille são representados por configurações específicas.

Figura 2 - Celas Braille

Fonte: Página do QConcurso.¹

A seguir são ilustrados o alfabeto romano em Braille (figura 3) e os algarismos indo-arábicos em Braille (figura 4).

Figura 3 - Alfabeto romano em Braille

Fonte: BRASIL, 2018.

Figura 4 - Algarismos indo-arábicos em Braille

números	representação	nome
1	⠠	um
2	⠠⠠	dois
3	⠠⠠⠠	três
4	⠠⠠⠠⠠	quatro
5	⠠⠠⠠⠠⠠	cinco
6	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	seis
7	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	sete
8	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	oito
9	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	nove
0	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	zero

Fonte: BRASIL, 2006.

¹ Disponível em: <<https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes/965c3459-26>>. Acesso em: 26 jan. 2020.

A facilidade à alfabetização do cego no Sistema Braille dependerá do quanto cedo ocorrer o contato do indivíduo com o Braille. O cego que tardiamente é alfabetizado no Sistema Braille acaba enfrentando uma dificuldade em sua adaptação, devido à falta de treinamento de seu tato para essa finalidade.

Em relação à leitura, o leitor precisará primeiro ler caractere por caractere identificando as palavras, depois de identificadas as palavras, o leitor fará a compreensão da frase e seu sentido (FIGUEIRAS; PEREIRA; MELCA, 2008).

Outro ponto importante é a qualidade da transcrição do material. A má transcrição do material didático impresso em tinta para o Sistema Braille pode gerar um problema na comunicação, modificando até mesmo a essência dos conteúdos, causando uma falha na transmissão do conhecimento e das informações inerentes ao texto original (TATO; LIMA, 2016).

Vinculado a essa problemática, temos a questão da especificidade dos códigos do Sistema Braille inerentes ao tipo de linguagem pertencente a cada disciplina escolar, por exemplo, a linguagem matemática. A figura 6 ilustra alguns códigos específicos do código matemático do Sistema Braille.

Figura 6 – Códigos geométricos em Braille

		ângulo reto
		ângulo orientado positivo
		ângulo orientado negativo
		triângulo
		triângulo retângulo
		quadrado
		retângulo
		polígono
		circunferência

Fonte: BRASIL, 2006.

A falta de conhecimentos específicos da disciplina por parte do transcritor também pode ocasionar esse problema de mudança de sentido e essência do conteúdo original mencionado anteriormente.

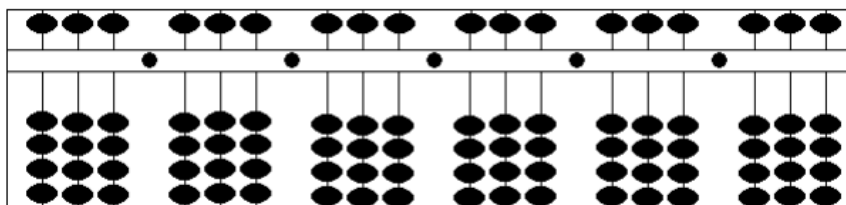
2.3.2 O Soroban

Assim como existe um recurso para escrita e leitura para deficientes visuais, também existe um recurso para a realização de cálculos: o Soroban. Uma espécie de calculadora japonesa que foi adaptada para cegos por Joaquim Lima de Moraes em 1948 (OLIVEIRA; SILVA; SENA; VICTORIO; CAROPRESO, 2016).

Segundo Lavarda (2009), essa ferramenta traz consigo alguns benefícios, como o ensino de aritmética de maneira lúdica. O Soroban pode ser utilizado para alunos videntes também, e a possibilidade de tornar concreto conceitos de determinadas operações matemáticas.

A figura 7 ilustra a estrutura física do Soroban, o qual é composto basicamente por **contas** (bolinhas), que são movimentadas sobre os **eixos** (hastes verticais), a **régua de numeração** (elemento horizontal contendo os cinco pontos), que separa a parte inferior da parte superior, os **pontos** (em relevo) que separam as classes, e as **classes**, que representam as unidades, dezenas e centenas, da direita para esquerda respectivamente (LAVARDA, 2009). Tal ferramenta é regida por regras de uso necessárias para a representação dos números e realização dos cálculos.

Figura 7- Soroban



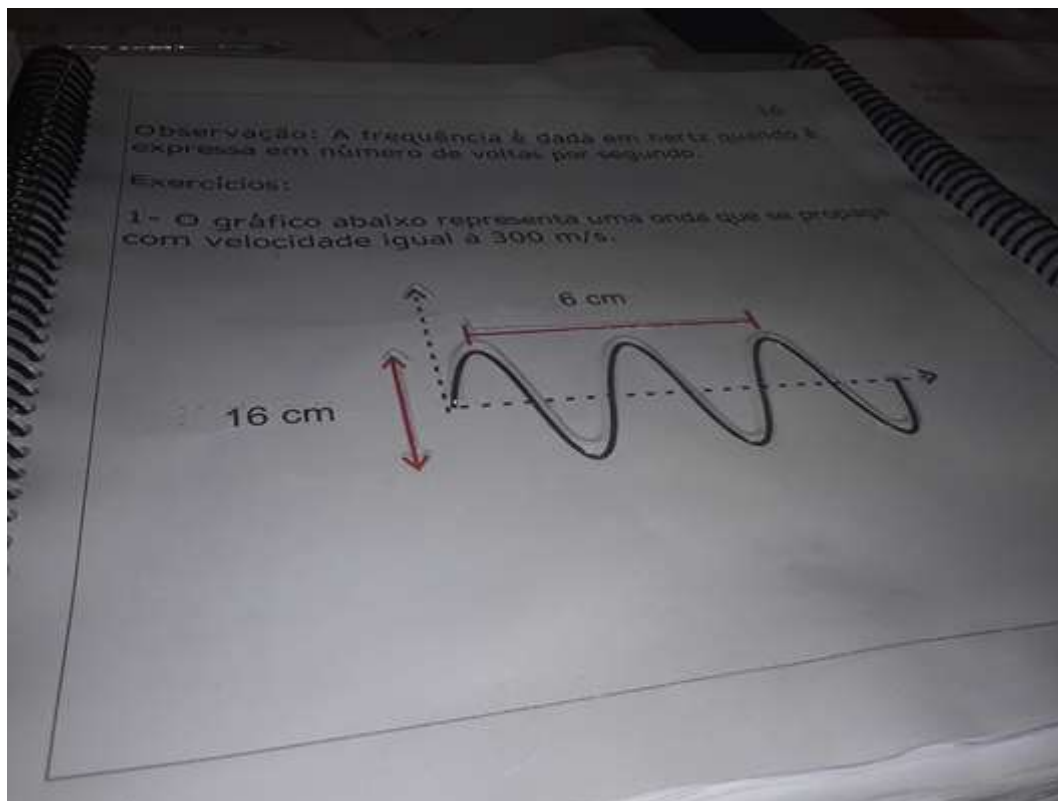
Fonte: LAVARDA, 2009.

2.3.3 O Thermoform

Outro recurso especializado utilizado pelos deficientes visuais é o thermoform, o mesmo permite que imagens fiquem em relevo. Este é um recurso útil para a leitura de

conteúdos não textuais, como por exemplo: desenhos, tabelas, mapas, dentre outros. A figura 8 ilustra materiais em thermoform.

Figura 8 - Material impresso em Thermoform



Fonte: Instituto Benjamin Constant (IBC), 2020.

Na elaboração de materiais em thermoform é utilizado um molde, chamado de matriz, a partir do qual é feita a imagem em relevo em uma película de PVC transparente. Existem algumas técnicas de confecção de materiais em thermoform, como por exemplo, a que utiliza matriz de alumínio (folha de alumínio), na qual é colocada a película, que é prensada à vácuo após sofrer um processo térmico. O importante é que o material da matriz seja resistente ao calor (ROSA, 2015).

Outro problema associado a esse recurso é o cuidado que se deve tomar em manter as diferentes texturas, para que não diminua a riqueza de informações que o conteúdo da imagem pode fornecer (ROSA, 2015). Segundo Sá; Campos; Silva (2007, p.27), a utilização de diferentes texturas auxilia o aluno na percepção das diversas informações que a imagem pode conter: "O relevo deve ser facilmente percebido pelo tato e, sempre que possível, constituir-se de diferentes texturas para melhor destacar as

partes componentes do todo. Contrastes do tipo liso/áspero, fino/espesso, permitem distinções adequadas.”

Com o passar do tempo, o termo *materiais em thermoform* foi trocado por *materiais grafo-táteis*, pois esse tipo de material foi evoluindo para um material agora constituído por uma folha de papel com a imagem impressa em tinta e a película de PVC impressa em thermoform posicionada acima dessa folha de papel, como ilustra a figura 8. Logo, tal tipo de material deixou de ser somente tátil, migrando também para o campo visual (ROSA, 2015).

2.3.4 O livro didático e o audiolivro

Além desses recursos existem também os livros didáticos adaptados para os cegos, que são escritos em Braille e possuem as figuras em relevo, como: tabelas, mapas, imagens ilustrativas, dentre outras. Além do Livros impressos em Braille, há também os audiolivros disponíveis em diferentes meios cujas especificações não serão aqui contempladas. Os materiais didáticos digitais produzidos pelo próprio corpo docente podem ser lidos por softwares de leitura, abordados a seguir.

2.3.5 Leitores de Tela

Os leitores de tela são softwares capazes de ler o texto apresentado na tela do usuário do computador. Dosvox, Jaws e NVDA são opções adotadas por alunos cegos da Educação Básica e exemplificam o quanto é essencial o acesso às tecnologias assistivas.

É possível encontrar gratuitamente os leitores de tela que auxiliam os deficientes visuais nesse processo de acesso à informação e realização de tarefas.

2.3.6 Materiais didáticos adaptados em relevo

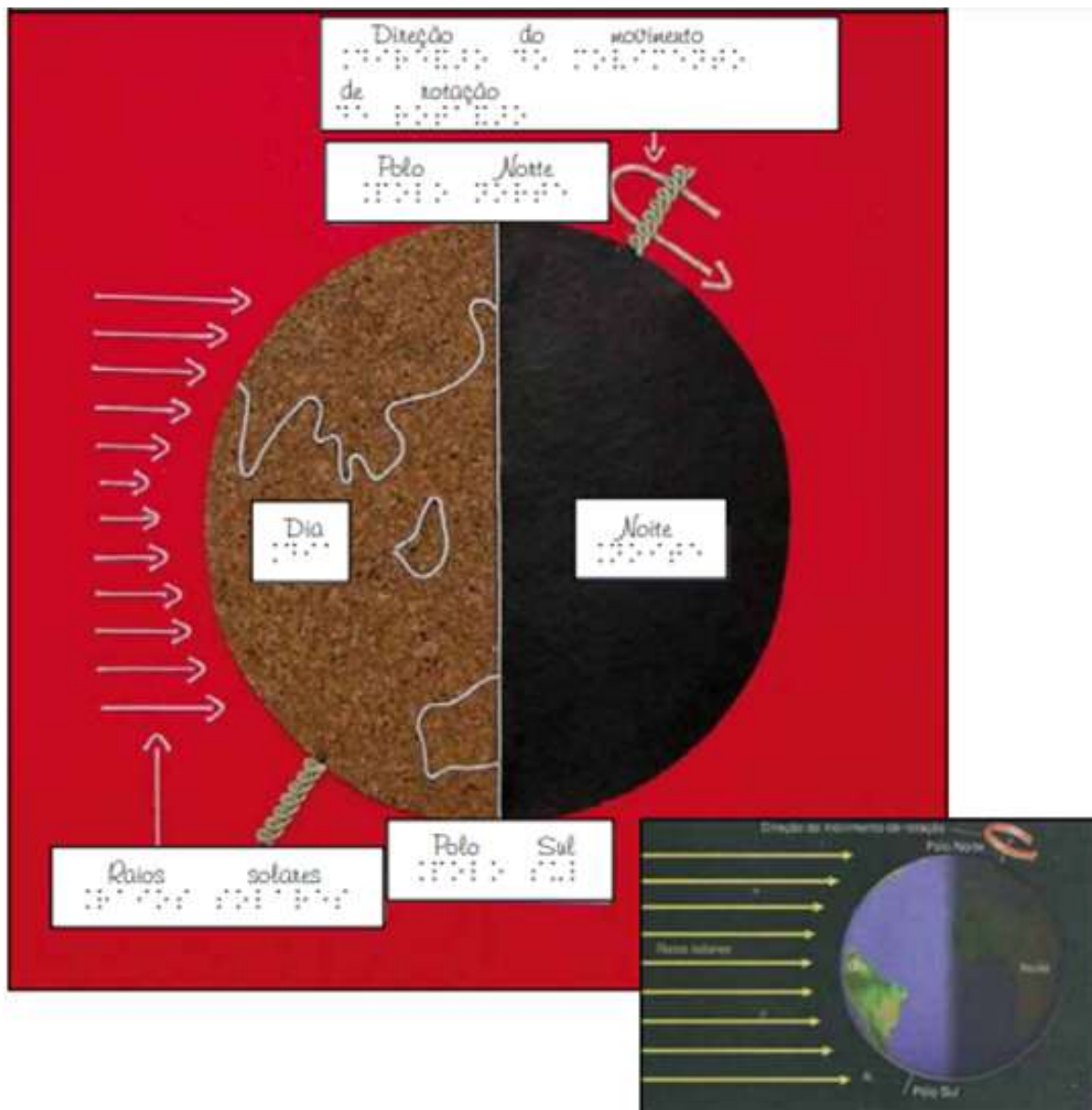
Assim como o thermoform, existem também os materiais didáticos adaptados em relevo, podendo ser constituídos por materiais alternativos, com texturas diversificadas ou impressos. Quaisquer materiais podem ser usados nas adaptações: botões, tecidos, cordões, argolas, dentre outros, como ilustram as figuras 10 e 11.

Figura 10 - Material adaptado - Bandeira do Brasil em relevo confeccionada com materiais de diferentes texturas



Fonte: SANTA CATARINA, 2011.

Figura 11 - Material adaptado: Representação da direção de rotação da Terra em relevo confeccionada com materiais de diferentes texturas



Fonte: SANTA CATARINA, 2011²

Para que esses materiais em relevo adaptados tenham eficácia, é necessário que alguns cuidados sejam tomados, tais como:

- a) a busca de materiais que não causem danos à pele do usuário;
- b) uso de materiais que não sejam perecíveis;
- c) exploração da diversidade de texturas;

² Na Figura 11 foi necessário utilizar o termo *direção de rotação* para ser fidedigna ao conteúdo da imagem original, porém o termo correto, segundo a Física, é *sentido de rotação*.

- d) adequação em relação ao tamanho da figura para que a mesma seja compreensível;
- e) utilização de título e descrição em Braille para oferecer informações a respeito da figura, dentre outros pontos importantes.

Como não é possível ao aluno transportar para sua respectiva residência materiais de propriedade da escola (como maquetes, por exemplo), e a falta de espaço em sua residência para guardar tais materiais (além do problema da proliferação de organismos nos mesmos), então pode-se dizer que o material impresso em papel, com as imagens descritas por meio de pontos em relevo, seria o mais adequado.

Dessa forma, além de facilitar o acesso do aluno ao material, o material impresso em relevo otimiza o espaço escolar, o qual não se torna um depósito de materiais expostos à ação de fungos, traças e agentes climáticos.

3 METODOLOGIA

Mediante ao conteúdo exposto no referencial teórico, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de averiguar os tipos de recursos pertinentes à educação do cego no ensino de Física, assim como os sentidos sensoriais explorados pelos autores dos artigos em cada proposta, dentre outros aspectos relevantes ao processo de ensino e aprendizagem do cego.

A pesquisa bibliográfica realizada trata-se de uma pesquisa sistemática de artigos, cujo ponto central está em obter artigos que trouxessem propostas didáticas adaptadas ao cego na área do Ensino de Física. A partir dos artigos selecionados foi gerada uma análise quali-quantitativa, na qual pontos importantes referentes às especificidades cognitivas do cego e sua necessidade de adaptações em seu processo de ensino e aprendizagem foram discutidos.

3.1 Critérios de seleção dos artigos

A pesquisa bibliográfica trata a respeito da importância de recursos didáticos adaptados ao cego em seu desenvolvimento e aprendizagem, na qual foram selecionados artigos que desenvolveram trabalhos de propostas didáticas com adaptações ao aluno com deficiência visual no Ensino de Física. O recorte temporal dos artigos pesquisados foi de 2006 – 2019. Tal recorte temporal se deu por conta das datas dos artigos obtidos na pesquisa, dos quais não obtive anos abaixo de 2006, e também pelo fato de 2019 ter sido o ano em que realizei tal pesquisa.

Tal pesquisa foi realizada em plataformas digitais: *Periódicos CAPES*, *SciELO*, *Física na Escola*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* e *Revista do Professor de Física*, na qual foram utilizadas as palavras-chave *ensino de Física para cego*, *Física inclusiva*, *materiais adaptados*, *deficiência visual* e *deficiente visual*.

Para a obtenção de uma pesquisa mais apurada e específica, foi feito o uso de filtros nas plataformas Periódicos CAPES e SciELO, as quais possuem um banco de dados mais amplo, se comparados aos bancos de dados das demais plataformas que possuem uma gama de assuntos mais reduzida por serem restritas somente a temas associados ao Ensino de Física. Os filtros utilizados foram: país, idioma, relevância,

publicação nos últimos vinte anos, and, Education, e que as palavras-chaves estivessem presentes em qualquer parte do artigo.

A pesquisa resultou na obtenção de 41 artigos, porém 6 dos 41 artigos foram excluídos em uma primeira análise, pois a essência de seus conteúdos fugiam do escopo da pesquisa, apresentando temas muito gerais, que abordavam a educação inclusiva de modo mais generalizado. Com isso, restaram 35 artigos para serem analisados inicialmente.

Desses 35 artigos, após a realização de uma breve análise a partir da leitura do resumo e de uma breve observação do conteúdo dos mesmos, foram encontrados 18 artigos que tangenciavam o assunto sobre o Ensino de Cegos, mas que não abordavam propostas didáticas adaptadas ao cego no ensino de Física. Por tal motivo, esses 18 artigos foram deixados a parte da análise central proposta na pesquisa do trabalho.

Esses 18 artigos abordavam os seguintes temas: pesquisa-ação (6), pesquisa investigativa (4), formação de professores (2), concepções alternativas (2), estudo de caso (2), projetos de ambientes educacionais não formais (1) e discussão teórica (1). Com isso, restaram 17 artigos para compor a base de dados para a realização da análise principal da pesquisa bibliográfica. Ou seja, deste ponto em diante, a base de dados será composta por esses 17 artigos.

Na última parte da pesquisa foi realizada uma análise quali-quantitativa dos 17 artigos cujos critérios de análise serão apresentados a seguir.

3.2 Critérios de análise

Os 17 artigos selecionados na pesquisa foram analisados e separados em categorias que foram adotadas mediante tal análise, são elas: **tipo de ambiente educacional** (formal ou não formal); **tipo de proposta didática**; **área da Física**; e **estrutura empírica da linguagem**.

É necessário apontar para uma característica importante do tratamento de dados que a pesquisa recebeu. Alguns artigos apresentaram mais de uma proposta didática em seu conteúdo, logo, os dados numéricos conferidos a cada análise não são referentes à quantidade de artigos, eles são referentes à quantidade de propostas didáticas observada em cada artigo.

3.2.1 Tipos de ambientes educacionais

A categoria tipo de ambiente educacional teve origem após ser observado que algumas propostas didáticas tiveram sua aplicação em ambientes educacionais formais (em turmas regulares e cursos específicos oferecidos no recinto escolar, e em universidades na modalidade de curso de extensão oferecido à alunos da Educação Básica) e outras em ambientes educacionais não formais (museus, mostra científica e hangar). Por esse motivo deu-se origem às categorias **ambiente educacional formal** e **ambiente educacional não formal**.

3.2.2 Tipos de propostas didáticas

A categorização por tipo de proposta didática foi subdividida em quatro subcategorias: motivação/sensibilização ao conteúdo educacional, divulgação científica, fixação de conteúdo e experimental.

- **motivação/sensibilização ao conteúdo educacional:** se a proposta inicia um assunto atuando como um agente motivador ou sensibilizador ao conteúdo.
- **divulgação científica:** se a proposta didática é realizada em ambientes do tipo museus, mostras científicas, ou em cursos de extensão, então a mesma estará na categoria
- **fixação de conteúdo:** quando a proposta é utilizada no auxílio de compreensão conceitual do conteúdo didático.
- **experimental:** se a proposta didática é um experimento, ou se é um aparato útil no auxílio da realização de um experimento.

3.2.3 Estruturas empíricas da linguagem

Também foram utilizadas as **estruturas empíricas da linguagem**, categorizadas por Camargo (2012). Tais estruturas empíricas da linguagem se referem ao veículo material de propagação da informação que está chegando ao aluno (MARTINO, 2005, *apud* CAMARGO; NARDI; VERASZTO, 2008, p. 3), ou seja, é a via de acesso utilizada pelo aluno para perceber o fenômeno físico ou o conteúdo didático proposto.

As estruturas empíricas da linguagem são: visual, auditiva, tátil, áudio-visual, tátil-visual, tátil-auditiva e tátil-visual-auditiva.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

4.1 Tipos de ambientes educacionais e de propostas didáticas observados

A tabela 1 e o quadro 1 mostram os resultados das categorizações tipo de ambiente educacional e tipo de proposta didática a partir da análise dos artigos obtidos por meio da pesquisa bibliográfica realizada.

Em relação aos ambientes educacionais nos quais as atividades foram propostas, pode-se observar que a maioria delas se deu em ambientes formais (14) se comparada ao banco de dados (17). Foi observada na leitura dos artigos uma intensa presença de parceria das universidades com as escolas de Educação Básica por meio de curso de extensões e aplicação de trabalhos desenvolvidos por docentes e grupos de graduandos. Uma dessas parcerias que chamou a atenção foi a proposta contida em Buzzá et al (2018), que apresenta uma mostra científica muito diversificada de recursos adaptados e especializados aos alunos com deficiência visual.

Tabela1 - Categorização dos artigos por tipo de ambiente educacional e por tipo de proposta

Ambiente educacional	Tipo de proposta			
	Motivação/sensibilização ao conteúdo educacional	Divulgação científica	Fixação de conteúdo	Experimental
Formal	2	3	5	4
Não formal	–	3	–	–

Fonte: A autora, 2020.

Quadro 1 - Artigos selecionados divididos pelas categorias tipo de proposta didática e tipo de ambiente educacional

Motivação/sensibilização ao conteúdo educacional	
<p><i>Utilizando a audiodescrição como um recurso de ensino</i></p> <p><i>O Ensino de Física no contexto da deficiência visual: análise de uma atividade estruturada sobre um evento sonoro – posição de encontro de dois móveis</i></p>	Formal
Divulgação científica	
<p><i>O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de Óptica</i></p> <p><i>Panorama geral das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de eletromagnetismo</i></p> <p><i>Panorama geral das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de óptica</i></p>	Formal
<p><i>Construção de uma maquete do sistema solar com controle de temperatura para alunos com deficiência visual</i></p> <p><i>O ensino não formal e a formação de um professor de Física para deficientes visuais</i></p> <p><i>Preparação de material tátil-visual torna o ensino dos conteúdos de óptica acessível para pessoas com deficiência visual – Exposição “Luz ao alcance das mãos”</i></p>	Não formal
Fixação de conteúdo	
<p><i>Auxílio ao processo de inclusão de alunos com deficiência visual como condição para uma aprendizagem de qualidade</i></p> <p><i>Lâminas em alto-relevo para ensinar fenômenos ondulatórios a deficientes visuais</i></p> <p><i>Os licenciandos frente a uma nova disciplina: Ensino de Física e inclusão social</i></p> <p><i>Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis</i></p> <p><i>Estados físicos da água, calor sensível e calor latente: um jogo didático para o ensino de física com audiodescrição e braile</i></p>	Formal
Experimental	
<p><i>Audiotermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual</i></p> <p><i>Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio</i></p> <p><i>Atividade de ensino de Física para alunos cegos ou com baixa visão: conceito de aceleração da gravidade</i></p> <p><i>É possível ensinar física para alunos cegos ou com pouca visão? Proposta de atividades de ensino de física que enfocam o conceito de aceleração</i></p>	Formal

Fonte: A autora, 2020.

4.2 Estruturas empíricas da linguagem

Na tabela a seguir temos o resultado da análise das estruturas empíricas da linguagem.

Tabela 2 - quantidade de propostas didáticas divididas por tipo de estrutura empírica da linguagem

Estruturas empíricas da linguagem		Propostas didáticas
Aluno cego	Aluno vidente	
<i>Fundamental auditiva</i>	<i>Fundamental auditiva</i>	4
<i>Fundamental auditiva</i>	<i>Fundamental visual</i>	1
<i>Tátil-auditiva interdependentes</i>	- (recurso específico para cego)	2
<i>Tátil-auditiva interdependentes</i>	<i>Áudio-visual interdependentes</i>	18

Fonte: A autora, 2020.

É importante ressaltar que em alguns artigos foram observados mais de um tipo de estrutura empírica da linguagem, isso explica o fato do total obtido (25) ser maior que o número de artigos dispostos na pesquisa (17), como mostra a tabela 2.

Com base nos dados observados na tabela 2, nota-se uma preferência da estrutura empírica da linguagem *tátil-visual-auditiva* no desenvolvimento das atividades inclusivas ao cego por partes dos autores. Acredito que essa preferência dar-se-á pela maior facilidade de acesso e de disposição de recursos e ferramentas passíveis de utilização na construção de materiais tátil-visuais com aplicação da estrutura empírica da linguagem *tátil-visual-auditiva*, pois os mesmos não necessitam de tanta tecnologia para serem confeccionados, e tal confecção pode ser feita com materiais de baixo custo.

Um ponto observado durante a análise dos artigos é o de que quase todas as propostas apresentam atividades que, além de serem inclusivas ao aluno cego, também atendem ao aluno vidente simultaneamente. Isso representa um ponto positivo, pois dessa forma o professor consegue fazer uso de uma prática didática que alcança todos os tipos de público.

A proposta didática presente em Camargo (2007), que aborda uma atividade experimental (Atividade 2 - ANEXO B) que se utiliza da estrutura empírica da

linguagem tátil-visual-auditivo exemplifica o relato do parágrafo anterior. Tal atividade se mostra acessível ao aluno cego e ao aluno vidente ao mesmo tempo, sem que haja necessidade de adaptações do aparato experimental.

Outro fator interessante que foi explorado em Almeida et al (2019), é a utilização da função de sensor térmico presente no sentido sensorial tátil. Nesse artigo encontra-se um material tátil-visual sobre Astronomia, que possui em sua estrutura um dispositivo de térmico, que serve para exemplificar a diferença de temperatura entre os planetas do Sistema Solar. O tato não possui a única função de toque para que diferentes texturas sejam percebidas, mas também a de sensor de temperatura (termocepção).

4.2.1 Recursos observados

A partir dos dados da tabela 2 foi gerada uma análise mais aprofundada, na qual foram analisados os tipos de recursos utilizados nas atividades associadas a esses respectivos referenciais observacionais. A tabela a seguir nos mostra os resultados dessa investigação.

Tabela 3 - Tipos de materiais utilizados nas propostas didáticas

Tipo de material	Estrutura empírica da linguagem aplicada		Recurso utilizado	Propostas didáticas	
	Aluno cego	Aluno vidente			
Material auditivo	<i>Fundamental auditiva</i>	<i>Fundamental auditiva</i>	Aparato experimental	1	
			Reprodutor de áudio e CD/Debate	3	
Material visual – auditivo	<i>Fundamental auditiva</i>	<i>Fundamental visual</i>	Vídeo audiodescrito com auxílio do software Audacity	1	
Material tátil	<i>Tátil-auditiva interdependente</i> (com explicação oral de um professor/guia/ledor)	-	(recurso específico para cego)	Alto-relevo, com textos em braile e com imagens feitas em material plástico	1
				Matrizes transpostas para Thermoform com textos explicativos em braile sobre impressão em tinta.	1
Material tátil-visual	<i>Tátil-auditiva interdependente</i> (com audiodescrição)	Áudio-visual interdependente (com audiodescrição)	Alto-relevo	1	
			Aparato tridimensional	2	
			Experimento	5	
	<i>Tátil-auditiva</i> (com explicação oral de um professor/guia/ledor)	Áudio-visual interdependente (com explicação oral de um professor/guia/ledor)	Aparato experimental tridimensional	3	
			Aparato tridimensional	3	
			Alto-relevo	4	
Todos	-	-	Com descrição em braile	6	

Fonte: A autora, 2020.

Semelhante ao caso anterior, o total de tipos de materiais obtidos (25) se apresentou maior que o número de artigos explorados (17), pois alguns artigos que recorreram a mais de um tipo de aplicação de estrutura empírica da linguagem em suas propostas.

A tabela 3 mostra que os materiais mais utilizados foram os materiais tátil-visuais. Os materiais tátil-visuais observados nos artigos da pesquisa eram em grande parte constituídos de materiais de baixo custo, como EVA, cola, barbante, papel colorido, miçanga, fita adesiva, dentre outros.

Ainda em relação aos materiais tátil-visuais, foi pontuada uma questão importante, o grau de clareza e de qualidade com que os conteúdos são postos em tais recursos. Silva & Santos (2018) apontaram em sua proposta alguns problemas (segundo relato do aluno cego que manuseou os materiais), o de profundidade, que se mostrou insuficiente para compreender o desenho contido no material, e também do excesso de informação no desenho.

Além do recurso tátil-visual, temos o recurso sonoro, como por exemplo reprodutores de CD, programas de áudio, como por exemplo Audacity, celular, dispositivos de arquivamento (CD, pen drive), e um amplificador de áudio. Além dos materiais sonoros de origem tecnológica, a voz do professor/guia/ledor também pode ser considerada como um recurso sonoro, a qual em alguns momentos interage com o aluno nas situações de explicações e orientações das atividades. Em Camargo & Silva (2006) é utilizado esse tipo de recurso, na qual uma situação-problema a respeito de cinemática é discutida a partir da audição de um encontro de dois móveis.

Outras práticas nas quais se aplicaram recursos sonoros, não apresentaram o mesmo perfil das atividades descritas acima, algumas recorreram a aparatos experimentais de médio a alto custo, com a aplicação da placa Arduino (dentre outros aparatos), como consta em Cordova et al (2017) e em Silveira Barthem; Santos (2018). Somente um artigo apresentou uma prática distinta das citadas (CONZEDEY; COSTA; 2018), o mesmo propõe a aplicação de um vídeo com audiodescrição para o ensino do tópico Trabalho e Potência.

Um ponto importante a ser destacado é a quantidade de materiais que continham descrição em braile, somente 6 dos 20 materiais táteis e materiais tátil-visuais. Isso é um tanto preocupante, pois como foi abordado no tópico de *Os materiais didáticos adaptados* (3.3.6), esses tipos de materiais necessitam de título ou legenda em braile para proporcionar autonomia ao aluno cego. (SANTA CATARINA, 2011)

Com base nesses resultados aferidos, pode-se afirmar que não foi encontrada uma padronização nos materiais utilizados pelos autores dos artigos, mas há uma tendência por parte dos mesmos à recorrência aos recursos tátil-visuais. Ao discorrer da análise das práticas observadas na pesquisa, tem-se uma sensação de que existe uma

preferência por uns recursos e uma certa resistência por outros (principalmente pelos recursos grafo-táteis).

É possível que tal preferência aos materiais tátil-visuais seja dada pelo fato de o sentido sensorial tato ser a estrutura empírica da linguagem mais associado ao cego na sociedade, tornando-se uma questão cultural, quando na verdade a audição também é muito útil ao aluno vidente.

Em suma, não foi observado o uso do Dosvox, do soroban e nenhuma utilização de livros didáticos adaptados ou de audiolivros. A maior parte dos materiais observados se refere aos materiais adaptados, poucos foram os especializados verificados na pesquisa. Também foi possível perceber que a escrita braile não foi muito explorada nas propostas, e que em relação à utilização do recurso Thermoform, como pode ser observado na tabela 3, se mostrou bastante rara na pesquisa.

4.3 Tipos de atividades desenvolvidas

Além da análise por tipos de materiais utilizados, temos na tabela 4 uma análise por tipo de atividades desenvolvidas em cada espécie de proposta didática. Os resultados numéricos obtidos nessa aferição são análogos aos resultados dos casos anteriores no quesito extrapolação do total em relação aos artigos dispostos na pesquisa bibliográfica.

Com base nos dados presentes na tabela 4, pode-se dizer que a atividade mais recorrida pelos autores dos artigos foi a elaboração de sequência didática, 8 de um total de 18, ou seja, quase 50% das atividades. Foram encontradas sequências didáticas que usaram mais de uma atividade adaptada, como a encontrada em Camargo (2007).

Das atividades experimentais, a que mais me despertou o interesse, devido à exploração de outras vias sensoriais além a visão, abordava um experimento no qual podia observar a aceleração da gravidade atuando em um carrinho sobre um plano inclinado por meio da audição (CAMARGO; SILVA; BARROS FILHO; 2006). Essa proposta tão criativa mostra que é possível explorar outros sentidos sensoriais além do tato. Ela também mostra a possibilidade de sair do referencial observacional visão e partir para outros referenciais observacionais para explicar um conteúdo que (segundo a cultura dos videntes) se apresenta tão visual, que é a aceleração da gravidade.

Tabela 4 - Tipo de atividades desenvolvidas por tipo de proposta

	Atividade desenvolvida	Frequência
Motivação/sensibilização ao conteúdo educacional	Aula	1
	Situação-problema (aberto)	1
Divulgação científica	Sequência didática	3
	Vivência	3
Fixação de conteúdo	Sequência didática	3
	Atividade experimental	1
	Atividade lúdica - Jogo didático	2
Experimental	Sequência didática	2
	Atividade experimental	1
	Aula	1

Fonte: A autora, 2020.

A atividade de vivência em uma visita a um hangar presente em Lima & Gonçalves (2014) fornece ao aluno cego não somente uma prática didática adaptada a sua condição natural, e que trata dos conteúdos de Física associados à atividade em questão, mas também oferece ao mesmo uma atividade que acaba por agregar experiências à sua bagagem sociocultural como ser humano.

Os jogos didáticos também merecem seu devido destaque, pois fornecem ao aluno, seja ele cego ou não, de forma lúdica, uma maneira prazerosa de aprender. Na pesquisa foram encontradas duas propostas de jogos didáticos aplicados ao ensino de Física adaptados ao cego, uma delas se sobressaiu pela quantidade de recursos disponíveis no jogo proposto, ele era constituído por material tátil-visual com descrição em braille e em áudio (SANTOS; NUNES; ARRUDA; 2019).

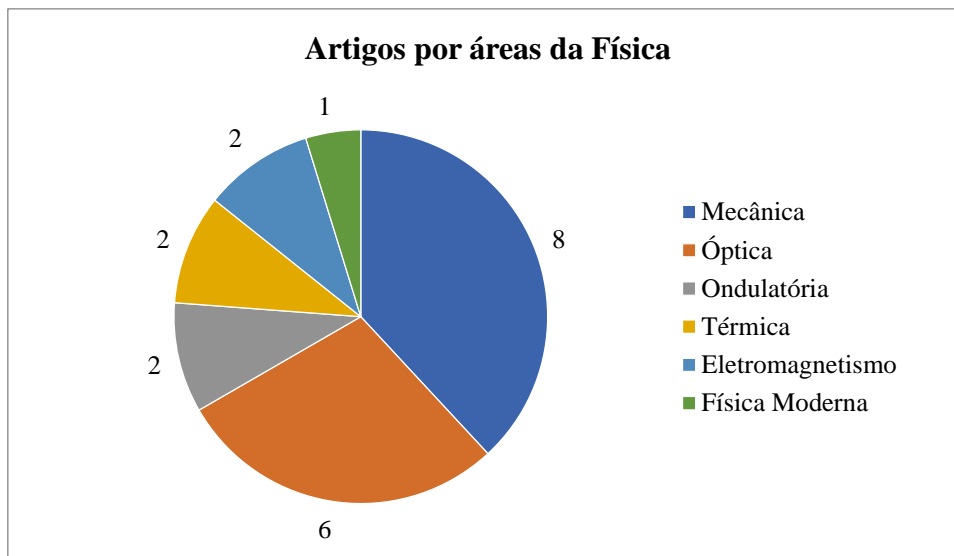
Dentre os artigos analisados, as atividades de situação-problema (CAMARGO; SILVA, 2006) e de aula (COZENDEY; COSTA, 2018) foram usados como atividades motivadoras para iniciar um conteúdo programático, e para trabalhar o conteúdo partindo do conhecimento prévio do aluno também.

4.4 Áreas e tópicos da Física observados

As propostas também foram divididas por **áreas da Física**. Fez-se necessário adotar tal tipo de categoria para a realização de uma análise de conteúdo por área, para observarmos se há preferência de alguma área por parte dos docentes de Física, e de uma

possível dificuldade em adaptar conteúdos de certas áreas da Física ao aluno cego. O gráfico 1 mostra o resultado obtido da separação dos artigos por áreas da Física.

Gráfico 1 - Quantidade de propostas didáticas por áreas da Física



Fonte: A autora, 2020.

Como podemos observar no gráfico 1, a quantidade de propostas (21) analisadas extrapola a quantidade de artigos dispostos (18) na análise, isso se deve ao fato de um dos artigos apresentar em seu escopo três propostas distintas, e de diferentes áreas da Física.

Com o gráfico 1 já podemos perceber que a área da Física mais explorada dentro dos artigos analisados foi Mecânica. Mas o que me surpreendeu foi o fato da Óptica quase se equiparar com Mecânica, justamente pela forte característica visual presente na forma de observação dos fenômenos contidos em Óptica.

Esse resultado é importante, pois mostra que a preocupação com essa área da Física está crescendo, e as barreiras que muitas vezes nos torna preconceituosos com determinados assuntos são transpostas. Outra superação que se apresentou nos resultados foi a presença de propostas na área da Física Moderna que, mesmo em pequena parcela, já representa um ponto positivo nos estudos associados à educação inclusiva.

A análise dos artigos por áreas da Física ilustrada no gráfico 1 foi realizada a partir de um ponto de vista geral do banco de dados. Com a tabela 5 podemos ter uma ideia mais detalhada a respeito do material explorado, pois apresenta uma análise das

áreas da Física observada em cada tipo de proposta, saindo desde modo do tratamento superficial dos dados em estudo.

Tabela 5 - Áreas da Física por tipo de proposta didática

	Áreas da Física	Artigos
Motivação/sensibilização ao conteúdo educacional	Mecânica	2
	Óptica	1
Divulgação científica	Mecânica	2
	Óptica	3
	Eletromagnetismo	1
	Física Moderna	1
Fixação de conteúdo	Mecânica	2
	Óptica	2
	Eletromagnetismo	1
	Ondulatória	1
	Térmica	1
Experimental	Mecânica	2
	Ondulatória	1
	Térmica	1

Fonte: A autora, 2020.

Reafirmando o observado no gráfico 1, a tabela 5 evidencia a forte presença de Mecânica, encontrada em todos os tipos de propostas, assim como a Óptica, que não se fez presente apenas em proposta do tipo Experimental. Ondulatória, Eletromagnetismo e Térmica acabam por ocupar o mesmo patamar na pesquisa, sendo explorada em apenas dois tipos de propostas didáticas.

Já Física Moderna apresenta baixa frequência, isso mostra que ainda existe certa resistência com tais áreas da Física referente à educação inclusiva, mas que aos poucos está sofrendo superação. É importante ressaltar que a Física Moderna foi aplicada em uma proposta que não se encontra em um ambiente educacional formal, se deu em uma mostra científica, em um processo de divulgação científica que as universidades e centros de pesquisa se propõem fazer (BUZZÁ, 2018).

Baseado na tabela 5, deu-se origem a uma investigação a respeito dos tópicos de Física abordados em cada área da Física observados nos artigos sondados. A apuração por tópicos da Física foi realizada de forma qualitativa. O quadro 2 ilustra o resultado dessa parte da pesquisa

Espera-se com esse resultado do quadro 2, averiguar o grau de diversidade dos temas físicos sobre os quais foram desenvolvidas as atividades didáticas adaptadas ao

cego. Partindo desse ponto de vista, será possível investigar se há alguma possibilidade de existência de preferência de determinados tópicos de Física ou até mesmo o oposto, a não existência de discriminação ou preconceito com algum tema no que diz respeito à educação inclusiva do público alvo da presente pesquisa, o deficiente visual.

Ao observar tal quadro, é notório que os tópicos de Física nas áreas de Mecânica e Óptica se apresentaram diversificados, principalmente em Eletromagnetismo. Isso mostra que tal pesquisa fornece uma riqueza de conteúdos e de propostas que estão à disposição dos profissionais da Física para serem usufruídas.

Algumas áreas não se mostraram tão diversificados em seus tópicos de Física que foram explorados. Podemos destacar Térmica, Ondulatória e Física Moderna. Em Térmica, poucos tópicos foram utilizados, somente dois artigos abordaram tal área da Física, explorando o mesmo tema (Calorimetria), dos quais um abordou Termometria além de Calorimetria. Na Física Moderna foram abordados três tópicos sob a forma de divulgação científica, como foi pontuado anteriormente, mas isso já denota um avanço.

Embora Ondulatória tenha apresentado baixa diversificação de conteúdo, tópicos em Óptica que também são encontrados em Ondulatória foram organizados na tabela no campo da Óptica: Lei de Snell-Descartes, Difração, Polarização, Dispersão e Espalhamento. Somente uma proposta apresentou o tópico de ondas sonoras. Ou seja, a grande parte das propostas associadas à Ondulatória abordaram ondas eletromagnéticas.

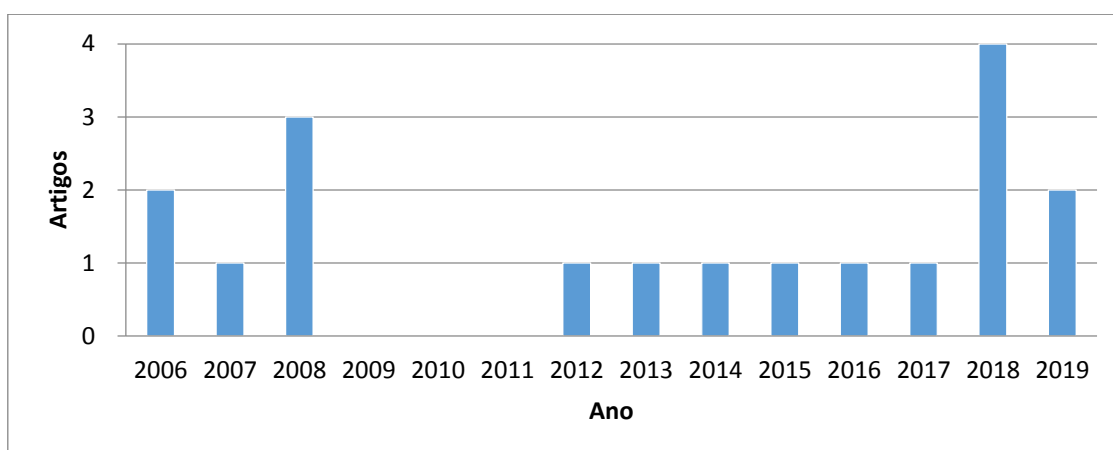
Quadro 2 - Tópicos de Física por áreas da Física

Áreas da Física	Tópicos de Física
<i>Mecânica</i>	Cinemática (conceitos primordiais) Aceleração da gravidade Atrito Trabalho e potência Hidrodinâmica: Princípio de Bernoulli Sistema Solar: Disposição dos planetas, suas temperaturas, eclipses solar e lunar, as fases da lua As três Leis de Kepler
<i>Óptica</i>	Ondas eletromagnéticas Câmara escura Lentes esféricas Fenômenos ondulatórios da luz: Refração (Lei de Snell-Descartes), Difração, Polarização, Dispersão e Espalhamento da luz Instrumentos ópticos Óptica do olho humano
<i>Ondulatória</i>	Propriedades físicas das ondas e tipos de ondas Fenômenos ondulatórios
<i>Térmica</i>	Termometria Calorimetria
<i>Eletromagnetismo</i>	Campo elétrico Corrente elétrica e ddp Segunda Lei de Ohm Lei de Coulomb
Física Moderna	Efeito fotoelétrico Modelos atômicos: Dalton e Thomson / Rutherford e Bhor Dualidade onda-partícula (fóton)

Fonte: A autora, 2020.

4.5 Artigos por ano

Além dessas questões, também foi possível analisar a quantidade de artigos encontrados por cada ano pertencente ao recorte temporal adotado, lembrando que a pesquisa bibliográfica teve um recorte temporal de 2006 – 2019. A partir do gráfico 2 pode-se observar o resultado de tal análise.

Gráfico 2 - Número de artigos por ano

Fonte: A autora, 2020.

A partir do gráfico 2 podemos afirmar que, com bases nos dados da pesquisa, a mesma apresentou uma concentração de publicações de artigos no ano de 2018, mas isso não significa que de forma generalizada, no ramo da pesquisa científica, na área da educação inclusiva, poucos artigos foram publicados nos demais anos e ocorreram muitas publicações no ano de 2018, pois diversos tipos de artigos são publicados baseados no tema da educação inclusiva, mas que não estão enquadrados no Ensino de Física, e nem na inclusão do cego.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada forneceu dados importantes para o atual cenário da Educação Básica no Brasil, no que tange à educação inclusiva, em específico o público cego, disponibilizando de práticas educacionais inclusivas no ensino de Física adaptadas ao público em questão.

O leque de matérias encontradas na pesquisa superou minhas expectativas, e mostrou que, sim, o caminho para a inclusão é possível. Com a pesquisa levantada pode-se obter uma diversidade de materiais e atividades didáticas com riqueza de conteúdo e possibilidades que estão disponíveis para nós docentes de Física, para não somente agregar conhecimento, mas também inspiração.

Alguns pontos da pesquisa merecem destaque, como a valorização dos materiais tátil-visuais dentre os materiais adaptados. Percebeu-se que a produção de materiais e atividades tátil-visuais com aplicação tátil-visual-auditivo superaram os demais tipos.

Outro ponto é a importância da descrição em braile nos materiais cujo referencial observacional é o tato, pois o uso de legendas e títulos em braile irá proporcionar autonomia ao aluno cego e uma compreensão mais ampla do conteúdo que está sendo apresentado no material. Nos artigos pesquisados, somente 6 materiais, de um total de 20 materiais tátil-visuais, apresentaram descrição em braile.

Além dessas questões, destaca-se também a valorização dos conteúdos de Mecânica e de Óptica. É até um ponto positivo ter tantos trabalhos desenvolvidos na área da Óptica, porém é necessário investir nas demais áreas da Física, que também são importantes. Outro ponto positivo é a observação de proposta na área da Física Moderna, o que significa que os “preconceitos” estão sendo vencidos.

Percebe-se também, por meio dos dados coletados que grande parte das propostas foram direcionadas à atividades docentes, de fixação de conteúdo, de experimentação. As demais propostas, embora tenham sido elaboradas para outros fins, podem ser utilizadas nas aulas inclusivas de Física.

Com base na leitura dos artigos, é possível perceber que as universidades e os centros de pesquisa exercem grande interação com as escolas, isso é positivo, pois sem conhecimento a educação não consegue evoluir. Mas o meu questionamento é o seguinte: Até que ponto a pesquisa se preocupa tanto com os alunos que necessitam de atendimento especializado? O cego seria só mais um objeto de estudo, ou ele é o que de fato inspira a pesquisa? Por esse motivo, espero, com esse trabalho, contribuir para o

crescimento de minha formação docente, e para a divulgação desse tema que ainda é pouco difundido na Educação Básica, que é a educação inclusiva.

Minha esperança é que de fato um dia eu me sinta mais preparada para ensinar, e que tal ensino seja justo para todos os alunos, não excludente, mas que resgate aqueles que se encontram sem perspectiva de um futuro. Em outras palavras, que eu como docente, me torne os olhos de quem ainda não consegue ver além de suas limitações.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. M. D. **Elementos para se pensar a educação dos indivíduos cegos no Brasil: A história do Instituto Benjamin Constant.** 1993. 111f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Educação e Humanidades, Rio de Janeiro, 1993.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Código matemático unificado para a Língua Portuguesa.** Brasília: Secretaria de Educação Especial, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa.** Brasília: Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, 2018.

CAMARGO, Éder Pires de. **Ensino de Física e deficiência visual: dez anos de investigação no Brasil.** São Paulo: Editora Plêiade, 2008.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto; VERASZTO, Estéfano Vizconde. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 03, p. 1 – 13, 2008.

CAMARGO, Éder Pires de. Inclusão, multissensorialidade, percepção e linguagem. *In:* CAMARGO, Éder Pires de (org.). **Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual.** 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. cap. 1, p. 23-47.

FIGUEIRAS, Lúcia Maria; PEREIRA, Luzia Helena Lopes; MELCA, Fátima Maria Azeredo. **Processo ensino-aprendizagem dos alunos com necessidades educacionais especiais: o aluno com Deficiência Visual.** 1 ed. Rio de Janeiro: Editora UNIRIO, 2008.

FONSECA, Waldecy de Nazaré Tavares da. **O uso do software Dosvox na educação dos deficientes visuais.** 2012. 49 f. Monografia (Especialização em Mídias na Educação) – Universidade Federal do Amapá, Amapá, 2012.

JOBIM E SOUZA, Solange. L.S. Vygotsky: Linguagem e construção social da consciência. *In:* JOBIM E SOUZA, Solange. L.S. (org.). **Infância e linguagem: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin.** 8 ed. Campinas, SP: Papyrus Editora, 2004. p. 123-135.

KATO, Mary A.; A natureza da leitura e da escrita. *In*: KATO, Mary A. (org.). **No mundo da escrita: Uma perspectiva psicolinguística**. 7 ed. São Paulo: Editora Ática, 2000. cap. 2, p. 43-97

LAVARDA, Santa Teresinha Falcade. **Oficina: Compreendendo o uso do Sorobã na aquisição de conceitos matemáticos**. Cascavel, PR, 2009. (Apostila da Pr^{fa} Ms Santa Teresinha Falcade Lavarda). Disponível em <http://www2.td.utfpr.edu.br/semat/I_semat/AS.pdf> Acesso em: 27 jan. 2020.

LEÃO, Gabriel Bertozzi de Oliveira e Sousa; SOFIATO, Cássia Geciauskas. A educação de cegos no Brasil do século XIX: revisitando a história. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v.25, n. 02, p. 283-300, 2019.

ROCHA, Artur Batista de Oliveira. O papel do professor na Educação inclusiva. **Ensaios Pedagógicos**. Curitiba, PR, v. 07, n. 02, p. 1 – 11, 2017. Disponível em: <<http://www.opet.com.br/faculdade/revista-pedagogia/pdf/n14/n14-artigo-1-O-PAPEL-DO-PROFESSOR-NA-EDUCACAO-INCLUSIVA.pdf>> Acesso em: 05 ago. 2019

ROSA, Ignácio da. **A prática docente e os materiais grafo-táteis no Ensino de Ciências Naturais e da Terra para pessoas com deficiência visual: Uma reflexão sobre o uso em sala de aula**. 2015. 243 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão) – Departamento de Biologia Celular e Molecular do Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

SÁ, Elizabet Dias de; CAMPOS, Izilda Maria de; SILVA, Myriam Beatriz Campolina... **Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual**. Brasília, DF: Ministério da educação e Cultura. Secretaria de Educação Especial. Secretaria de Educação, 2007. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/aee_dv.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2020.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação. **Guia prático para adaptação em relevo**. São José: Fundação Catarinense de Educação Especial, 2011.

TATO, André Luis; LIMA, Maria da Conceição de Almeida Barbosa. Cuidados na impressão da escrita matemática de problemas físicos para alunos usuários do sistema Braille. *In*: CAMARGO, Éder Pires de (org.). **Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual**. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. cap. 2, p. 51-63.

VIGOTSKI, Lev Semionovitch. **A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal**. Tradução de Denise Regina Sales, Marta Kohl de Oliveira e Priscila Nascimento Marques. São Paulo: Educação e pesquisa, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022011000400012> Acesso em: 12 ago. 2019

VIGOTSKI, Lev Semionovitch. **A construção do Pensamento e da Linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. 1 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2477794/mod_resource/content/1/A%20construcao%20do%20pensamento%20e%20da%20linguagem.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2019.

ANEXO A – ARTIGOS DA PESQUISA

ALMEIDA, Maurício Soares de; CASTRO, João N.M.; CRUZ, Wilami Teixeira da; ALMEIDA, Rodrigo Queiros de. Construção de uma maquete do sistema solar com controle de temperatura para alunos com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, n. 01, p.1 – 7, 2020.

BUZZÁ, Hilde Harb; CAMPOS, Carolina de Paula; REQUENA, Michelle Barreto; ANDRADE, Cintia Teles de; LEITE, Ilaiali Souza; FORTUNATO, Thereza Cury; STRINGASCI, Mirian Denise; GERALDE, Mariana Carreira; FARIA, Clara Maria; CORREA, Thaila Quatrini; ROMANO, Renan Arnon; ROSA, Ramon Gabriel Teixeira; ONO, Bruno; OLIVEIRA, Bruno Pereira; CAMARGO, Eder Pires de; KURACHI, Cristina. Preparação de material tátil-visual torna o ensino dos conteúdos de óptica acessível para pessoas com deficiência visual – Exposição “Luz ao alcance das mãos”. **Física na Escola**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 36 – 42, 2018.

COZENDEY, Sabrina Gomes; COSTA, Maria da Piedade Resende da. Utilizando a audiodescrição como um recurso de ensino. **RIAAE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 13, n. 03, p. 1164 – 1186, 2018.

CAMARGO, Eder Pires de; SILVA, Dirceu da. O Ensino de Física no contexto da deficiência visual: análise de uma atividade estruturada sobre um evento sonoro – posição de encontro de dois móveis. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 02, p. 155 – 169, 2006.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de Óptica. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v.14, n.03, p.405 – 426, 2008.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. Panorama geral das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de eletromagnetismo. **Revista Electrónica de Investigación em Educación en Ciencias**, Buenos Aires, v. 03, n. 02, p. 35 – 49, 2008.

CAMARGO, Eder Pires de; SILVA, Dirceu da; BARROS FILHO, Jomar de. Atividade de ensino de Física para alunos cegos ou com baixa visão: conceito de aceleração da gravidade. **Revista de Enseñanza de la Física**, Argentina, v. 19, n 02, p. 57 – 68, 2006.

CAMARGO, Eder Pires de. É possível ensinar física para alunos cegos ou com pouca visão? Proposta de atividades de ensino de física que enfocam o conceito de aceleração. **Física na Escola**, São Paulo, v. 08, n. 01, p. 30 – 34, 2007.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. Panorama geral das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Óptica. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Santa Catarina, v. 01, n. 02, p.81 – 106, 2008.

CORDOVA, Hercílio Pereira; AGUIAR, Carlos Eduardo.; AMORIN, Helio Salim de, SATHLER, Karla Silene Oliveira Marinho; SANTOS, Antônio Carlos Fontes dos. Audietermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 40, n. 02, p. 1 – 4, 2018.

LIMA, Maria da Conceição de Almeida Barbosa; GONÇALVEZ, Carla de Oliveira. O ensino não formal e a formação de um professor de Física para deficientes visuais. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.16, n. 02, p. 167-183, 2014.

LIMA, Maria da Conceição de Almeida Barbosa; MACHADO, Maria Auxiliadora Delgado. Os licenciandos frente a uma nova disciplina: Ensino de Física e inclusão social. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Argentina, v. 11, n. 02, p. 298 – 315, 2012.

SANTOS, Bianca Martins; NUNES, Ingrath Narrayany da Costa; ARRUDA, Fernando Neri. Estados físicos da água, calor sensível e calor latente: um jogo didático para o ensino de física com audiodescrição e braile. **Revista do professor de Física**, Brasília, v. 03, n. especial, p. 17 - 18, 2019.

SANTOS, Wellington Cantanhede; SILVA, Regina Sousa. Auxílio ao processo de inclusão de alunos com deficiência visual como condição para uma aprendizagem de qualidade. **Holos**, Rio Grande do Norte, v. 04, n. 29, p. 143 - 154, 2013.

SILVA, Alexandre Chaves da; SANTOS, Carlos Alberto dos. Lâminas em alto-relevo para ensinar fenômenos ondulatórios a deficientes visuais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 40, n. 04, p. 1 – 7, 2018.

SILVEIRA, Márcio Velloso da; BARTHEM, Ricardo Borges; SANTOS, Antonio Carlos dos. Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 41, n.01, p. 1 – 10, 2019.

SOARES, Karla Diamantina de Araújo; CASTRO, Helena Carla; DELOU, Cristina Maria Carvalho. Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Argentina, v. 14, n. 03, 377 – 391, 2015.

ANEXO B – ATIVIDADE 2

Atividade 2: queda dos objetos

Esta atividade possui dois objetivos:

- (a) Dar condições para que o aluno com deficiência visual ouça e perceba tatilmente a queda de um objeto.
- (b) Dar condições para que o aluno com deficiência visual calcule a velocidade e a aceleração de queda do objeto.

Para atingir os objetivos apresentados, construa um artefato para que seus alunos possam notar por meio da audição e do tato a aceleração de um objeto durante sua queda. Sugiro um equipamento elaborado em meu doutorado e que denominei: “Interface sonora para queda dos objetos”. Esse equipamento permite que alunos com deficiência visual percebam auditiva e tatilmente a queda de um disco dentro de um tubo. Além disto, o artefato registra em relevo o movimento de queda do disco. Este registro permite aos alunos fazer cálculos de velocidade e aceleração da queda. Para construir o artefato mencionado, utilize os seguintes materiais:

- a) Tubo de PVC de 1,8 m de altura com 102 mm de diâmetro interno.
- b) Sensores magnéticos para alarme.
- c) Um disco metálico e um ímã.
- d) Chapa dobrada.
- e) Bobina, oscilador e potenciômetro.
- f) Fita de papel para marcador de tempo. Utilize um pedaço de fita de papel de 2 m de comprimento com marcações em alto relevo de 1 cm. Essas marcações, feitas ao longo de toda fita, têm por objetivo fazer com que o aluno com deficiência visual obtenha as distâncias entre os pontos marcados na fita de papel pelo marcador de tempo.
- g) Um fio de nylon de aproximadamente 3 m de comprimento. Esse fio tem por objetivo retirar o disco de dentro do tubo após a queda do mesmo. Além disso, ele pode ser utilizado para controlar com as mãos a velocidade de queda do disco.

Para montar o artefato, perfure o tubo a cada 15 cm e, nesses furos, coloque os sensores magnéticos para alarme. No topo do tubo, coloque uma chapa dobrada por onde o papel (fita para marcador de tempo) passará durante a queda do disco. Ainda no topo do tubo prenda a bobina com o oscilador e o potenciômetro e ajuste a frequência mais adequada de impacto para a agulha que perfurará o papel enquanto o disco cai dentro do tubo.

Este equipamento permitirá que o aluno com deficiência visual observe auditivamente a queda do objeto dentro do tubo. Permitirá também que se realizem análises quantitativas do movimento de queda.



Tubo de PVC do artefato: interface sonora para queda dos objetos.

Fonte: Camargo, 2007.

Para conduzir a atividade, siga os seguintes passos:

- (a) Separe os alunos em grupos de no máximo três pessoas. Cada grupo de alunos deverá realizar o experimento de deixar cair o objeto dentro do tubo, ouvindo dessa forma a queda do mesmo. Em seguida, os grupos de posse da fita de papel poderão seguir os passos descritos abaixo.
- (b) Escolha uma unidade de tempo qualquer. Quando apliquei a atividade em uma sala de aula com alunos com deficiência visual, escolhi como unidade de tempo cinco batidas do vibrador. Denominei cada batida de tique. Assim, minha unidade de tempo ficou sendo “cinco tiques”. Depois, os grupos deverão numerar a fita de papel com intervalos inteiros de unidade de tempo. Para tanto, reforce com a ajuda de um instrumento pontiagudo as marcas escolhidas e deixadas na fita de papel pelo marcador de tempo. É preciso que se reforce as marcas para que os alunos com deficiência visual consigam percebê-las bem. Se esta atividade for aplicada em uma sala de aula que tenha

alunos com e sem deficiência visual, os colegas videntes poderão auxiliar seus colegas com deficiência visual nesta tarefa.

(c) Solicite aos alunos para que, com o auxílio das marcas de 1 cm em relevo, meçam o comprimento de cada intervalo numerado na fita de papel. Aproveite este momento para fazer algumas perguntas a seus alunos: Esses comprimentos são iguais? Por quê? A diferença entre cada intervalo consecutivo é constante? Qual é o significado físico desses comprimentos?

(d) Solicite aos alunos para que calculem a velocidade média em cada intervalo, e o valor da variação da velocidade em cada intervalo consecutivo. Para isto, instrua-os para subtraírem o valor da velocidade média, em um intervalo de tempo, pelo valor da velocidade média no intervalo anterior. Repita este procedimento em vários intervalos e compare os resultados. Neste momento, você pode apresentar aos alunos a questão: A variação da velocidade foi constante?

(e) Solicite aos alunos para que calculem a aceleração em cada intervalo. Para isso, instrua-os a dividir a variação da velocidade pelo intervalo de tempo correspondente a essa variação (cinco tiques).

Para os cálculos, os alunos poderão utilizar uma calculadora falante ou o material em braile. Quando apliquei esta atividade em uma sala de aula com alunos com deficiência visual, notei que eles faziam bem os cálculos e decoravam os valores obtidos. Mas isso pode não acontecer com seus alunos. Se for preciso, ajude-os com os cálculos e com os registros dos valores. Mais uma vez, o professor deve incentivar a participação dos alunos videntes nos cálculos e no registro dos valores, no caso de se trabalhar com uma classe que tenha alunos com e sem deficiência visual. É muito importante o contato entre eles nas atividades em sala de aula.

Avaliação:

Depois dos alunos terem realizado as medidas e cálculos anteriormente mencionados, leia para eles a seguinte questão avaliativa: Como seriam as marcas deixadas por um vibrador em uma fita de papel presa a um objeto que se move com velocidade constante?

Para finalizar, organize um debate entre os alunos sobre a questão avaliativa. Aproveite o debate para observar a compreensão dos alunos sobre o fenômeno gravitacional. Procure observar se as aprendizagens obtidas na atividade (a) foram utilizadas pelos alunos durante este debate. Lembre-se, o processo de aprendizagem não é uniforme, e muitas vezes ocorre em momentos de reflexão fora da sala de aula.

Proporcione problemas interessantes para que seus alunos pensem durante a semana ou entre uma atividade e outra. Isto é algo muito importante para a qualidade da aprendizagem de seus alunos.