

QUÍMICA AO ALCANCE DAS MÃOS: PRODUÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA BIDIMENSIONAL TÁTIL PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL¹

Aires da Conceição Silva²
Larissa Souza dos Santos³
Vanessa de Souza Nogueira Penco⁴
Ana Paula Sodré da Silva Estev o⁵

RESUMO

A Educa o Inclusiva está fundamentada nos direitos   educa o,   igualdade de oportunidades e   participa o na sociedade. No entanto ainda existem muitos obstáculos no sistema de ensino com rela o   Educa o Inclusiva, visto que as escolas acabam afastando os alunos com Necessidades Específicas (NE) e privilegiando alunos considerados ideais. Dentre os indivíduos com NE, temos as pessoas com deficiências visuais (cegas ou com baixa visão). No Brasil, cerca de 6,5 milhões de pessoas possuem alguma deficiência visual e, apesar da legisla o brasileira assegurar o direito de educa o para todos, a inclusão de alunos com deficiência visual nas escolas ainda   um desafio. Diante disso, o presente trabalho apresenta a produ o de uma Esta o de Tratamento de  gua (ETA) adaptada para pessoas cegas e com baixa visão, de forma a contextualizar o ensino dos processos de separa o de mistura, além de auxiliar na Forma o Continuada de Professores de Química para o desenvolvimento de materiais didáticos, promovendo o ensino de Química a alunos com deficiência visual. Posteriormente   sua adapta o, o material foi avaliado por revisores cegos e por meio de formulários de avalia o para alunos (dois cegos e três com baixa visão) do Instituto Benjamin Constant (IBC), a fim de que o material fosse verificado quanto   sua eficiência e aplicabilidade, sendo aprovado para a replica o e registro na Divisão de Desenvolvimento e Produ o de Material Especializado do Departamento Técnico-Especializado (DPME-DTE) do IBC.

Palavras-chave: Material didático, Ensino de Química, Deficiência visual, Educa o Inclusiva.

INTRODU O

Em junho de 1994, ocorreu uma assembleia em Salamanca, Espanha, considerada um marco importante para a Educa o Especial, a Declara o de Salamanca sobre Princípios, Políticas e Práticas na área das Necessidades Educativas Especiais (UNESCO, 1994), pois

¹Projeto de pesquisa financiado pelo IFRJ/CNPq.

²Doutor em Química, Instituto Benjamin Constant, airessilva@ibc.gov.br.

³Mestranda do Curso de Engenharia Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, larissassds@gmail.com.

⁴Doutora em Química, Instituto Federal de Educa o, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, vanessa.nogueira@ifrj.edu.br.

⁵Doutora em Ensino em Bioc ncias e Saúde, Instituto Federal de Educa o, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, ana.estevao@ifrj.edu.br.

reconheceu a urgência de uma educação para todos, considerando-se as particularidades educacionais de pessoas com necessidades específicas dentro do sistema regular de ensino. Seguindo essa mesma perspectiva, e de outros documentos, foi criada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira, LDB nº 9.394 (BRASIL, 1996), conferindo uma nova identidade para a Educação Básica, ampliando a formação e a plena preparação do educando para a vida, para exercer a sua cidadania com afinidade de qualificá-lo para o mercado de trabalho. Segundo a LDB (BRASIL, 1996), ser cidadão significa ter consciência e lutar para que seus direitos e deveres civis, políticos e sociais sejam cumpridos, contribuindo para o desenvolvimento de uma sociedade equilibrada. Para que esse objetivo seja cumprido, o indivíduo deve ser respeitado tanto nos seus direitos como nos seus deveres, dentro e fora da escola.

A partir da promulgação da LDB (BRASIL, 1996), a Educação Especial passou a ser entendida, de fato, como uma modalidade de educação escolar no Brasil, sendo oferecida na escola regular, de acordo com o Capítulo V, Artigo 58 da Lei. Essa modalidade de ensino proporcionaria serviço de apoio especializado – quando necessário e de acordo com a necessidade específica de cada aluno –, uma vez que assegura currículos, métodos, técnicas, recursos educativos, professores com especialização adequada em nível médio ou superior, e professores do ensino regular capacitados para integrar esses educandos nas classes comuns (BRASIL, 1996).

Em 6 de julho de 2015 foi instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, LBI nº 13.146 (BRASIL, 2015), nomeada também como Estatuto da Pessoa com Deficiência. Esta lei foi criada para “assegurar e promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais da pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (BRASIL, 2015, p. 1). O Capítulo IV da LBI (BRASIL, 2015) reforça ainda a questão da necessidade e interesses únicos de cada indivíduo com relação à aprendizagem, garantindo um sistema que alcance a todos os níveis e aprendizados ao longo de toda vida, assegurando ainda no seu artigo 28, o desenvolvimento de materiais didáticos e tecnologias assistivas.

Dentre os tipos de necessidades específicas temos a deficiência visual (DV), sendo definida, segundo Gil (2000, p. 6), como uma situação irreversível de diminuição da resposta visual em virtude de causas congênitas, hereditárias ou adquiridas, mesmo após tratamento clínico e/ou cirúrgico e uso de óculos convencionais. Os problemas de visão vão desde a visão quase perfeita, com pequenas imperfeições, até a visão subnormal ou baixa visão, que capta vultos, claridade, objetos em proximidade, com restrições no campo visual, até a total falta de

visão, que é a cegueira (SILVA, 2017). Logo, é importante discutir como se dá a inclusão dessas pessoas com deficiência visual na sociedade brasileira, em especial, nas salas de aula.

A inclusão apropriada dos Alunos com Deficiência Visual (ADVs), em classe regular, é fundamental para o desenvolvimento pessoal. Jorge (2010) afirma que a educação escolar especial deve promover aos ADVs uma aprendizagem significativa, porém a falta de materiais apropriados – que proporcionem aos alunos uma melhor comunicação e interação com o meio que os engloba, e a falta de profissionais qualificados –, é um problema presente em toda a rede de ensino, o que dificulta a aprendizagem.

Silva e Rust (2016), em uma análise prévia de alguns livros didáticos voltados para o ensino de Ciências, observaram o quão não inclusivo pode ser um material para alunos com deficiência visual, e como esse tipo de material pode interferir em sua aprendizagem; para as autoras, é preciso buscar recursos adaptados que respeitem as particularidades desses alunos de uma maneira que contribua para a utilização dos sentidos remanescentes.

Do mesmo modo, a formação de professores deve ser adequada para que qualquer necessidade apresentada pelo aluno seja levada em consideração. Segundo Carvalho e Ribeiro (2017), a formação docente precisa ser pensada para atender as dificuldades de todos em sala de aula, e não somente daqueles que mais comumente são considerados aptos à aprendizagem por não terem nenhuma necessidade específica; porém não é isso o que vem acontecendo na maioria das escolas. Grande parte dos professores não teve uma formação inicial e continuada para contemplar pessoas com alguma necessidade educacional específica; por conta disto, os docentes que lecionam em turmas de licenciatura não preparam seus alunos para incluir adolescentes ou crianças com deficiência (REIS; EUFRÁSIO; BAZON, 2010).

Diante das inquietações apresentadas, no que se refere à formação inicial de professores e à necessidade de se discutir a utilização de recursos didáticos táteis adaptados que auxiliem o estudante na fundamentalização do seu aprendizado, este trabalho teve como proposta a produção, de forma acessível, de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) para pessoas cegas e com baixa visão.

O tema, Estação de Tratamento de Água, foi escolhido por ser pertinente à realidade dos alunos, uma vez que a água é essencial para a sobrevivência humana e utilizada para diversos afazeres cotidianos. Assim, a familiarização do aluno com deficiência visual com assuntos presentes no seu dia a dia contribui para uma aprendizagem mais significativa. Além disso, com o tema proposto é possível explorar o conteúdo “processos de separação de misturas”, presente, geralmente, na grade curricular da disciplina escolar de Química da Educação Básica brasileira.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo geral desenvolver uma estação de tratamento de água adaptada como recurso didático bidimensional tátil para auxiliar no ensino de Química de pessoas com deficiência visual (PDVs), tendo como meta descrever o processo de produção de um material adaptado, a avaliação desse material por PDVs, além de minimizar a escassez de materiais didáticos para ADVs.

METODOLOGIA

O presente trabalho se baseia numa pesquisa de cunho qualitativo. Segundo Neves (1996), a obtenção de dados nesse tipo de método é realizada por meio do contato direto e interativo do pesquisador com a situação alvo de pesquisa. É comum que o pesquisador procure entender os fatos pela perspectiva dos participantes da situação estudada e, a partir daí, discorra a sua interpretação dos fenômenos estudados. Nesse caso, fundamentado em dados e na literatura, este trabalho tem o intuito de discutir a importância de utilizar recursos didáticos táteis adaptados em sala de aula para pessoas com deficiência visual, sejam eles cegos ou com baixa visão.

Para atingir os objetivos propostos, algumas etapas foram executadas. Em um primeiro momento, pensou-se na necessidade de um material que fosse utilizado como material de apoio ao professor, algo que complementasse o conteúdo dado em sala de aula e que não fosse tão extenso quanto um livro didático ou um caderno pedagógico (material anteriormente produzido pelo grupo de pesquisa), ou seja, que oferecesse maior praticidade na utilização pelos estudantes. Para isso, levou-se em consideração um material que pudesse ser produzido de uma maneira rápida e com materiais de baixo custo, afim de que pudesse ser facilmente replicado por outras pessoas.

Em seguida foi proposta a temática da água como assunto do material. A água é um tópico fundamental na primeira fase do ensino e muito abordado por se relacionar com a vida, à saúde e com o meio ambiente. Por conta da pluralidade da temática, e por ser ideal para apresentar situações e problemas capazes de promover a participação ativa dos alunos, foi possível relacioná-la com o conteúdo de separação de misturas da Química.

A partir disto, foi confeccionado uma Estação de Tratamento de Água (ETA) adaptada para ADVs, com o intuito de demonstrar como a água que chega às residências é tratada por meio de diferentes processos de separação/purificação, respeitando os critérios de produção de materiais específicos para o público em questão.

A pesquisa e discussão foi realizada com o auxílio de professores e licenciandos em Química do Instituto Federal do Rio de Janeiro – *campus* Duque de Caxias (IFRJ-CDuC) –, e profissionais do Instituto Benjamin Constant (IBC) para a confecção de material especializado. Após esse momento, chegou-se a um consenso sobre a melhor maneira de trabalhar e confeccionar a ETA.

O material produzido tem a finalidade de atender os ADVs; durante a adaptação, houve a preocupação em atender as pessoas com deficiência visual, que apresentam baixa visão e, por isso, utilizou-se a fonte ampliada e especializada APHont –, desenvolvida pela *American Printing House for the blind* –, além de cores contrastantes nas figuras. Posteriormente foi realizada a adaptação do material grafotátil para os cegos com a transcrição das legendas e títulos para o braille, contando-se com o auxílio de uma máquina de datilografia braille. De igual forma, houve a texturização em relevo de toda a Estação de Tratamento de Água com diversos tipos de texturas, a reprodução em películas de policloreto de vinila (PVC), com o auxílio da máquina termoduplicadora, conhecida como *Thermoform*.

A reprodução em películas de PVC permite reproduzir o material em larga escala, tornando possível distribuí-lo para todas as regiões do Brasil, cujas instituições tenham alunos cegos, uma vez que é economicamente viável e duradouro, pois o ponto em braille, ao contrário do papel, se mantém ainda que com o uso contínuo. A máquina de *Thermoform* funciona como uma duplicadora; insere-se a matriz com as figuras já texturizadas com linhas e papéis de diferentes gramaturas e texturas com a película de PVC.

A partir disso, o material já estava finalizado para a aplicação e avaliação, porém antes da aplicação da ETA em sala de aula, a fim de ser aprovado pelos alunos com deficiência visual, foi utilizado o recurso de leitura de confronto por meio do trabalho dos revisores cegos do IBC. Nesse momento foram observados: o uso correto do Sistema Braille presente nas legendas; se continha o mesmo texto que em tinta, a fim de ser observado toda a estrutura da ETA e verificado se a texturização do processo de tratamento da ETA estava correto por completo. Quando o revisor sinaliza algum erro no texto ou algum problema de compreensão em alguma textura usada, o trabalho é refeito e passa por nova avaliação.

A Estação de Tratamento de Água também foi aplicada e avaliada por cinco alunos com deficiência visual do 6º ano do Ensino Fundamental do Instituto Benjamin Constant, com faixa etária entre 14 e 24 anos de idade.

O Instituto Benjamin Constant é uma instituição dedicada à educação de pessoas cegas e com baixa visão, com três modalidades de educação: a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e, a partir de 2019, o Ensino Médio Técnico Profissional. No Ensino

Fundamental, o aluno cumpre o currículo regular, sendo apoiado pelos mecanismos especializados, dentro das técnicas e metas próprias da educação especializada que atende à cegueira e à baixa visão (INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT, 2007).

Para a sua avaliação, o material foi ponderado por dois alunos cegos e três alunos com baixa visão presentes no próprio IBC, com o objetivo de que verificassem a sua aplicabilidade e eficiência.

A fim de comprovar a veracidade dos dados e as observações dos alunos, foi realizada uma entrevista semiestruturada. Segundo Boni e Quaresma (2005) trata-se de uma entrevista que combina perguntas abertas e fechadas, cujo entrevistado tem a possibilidade de opinar a respeito do tema proposto. A interação entre o entrevistador e o entrevistado favorece respostas espontâneas.

Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para participar do processo de avaliação dos materiais e garantir o uso de suas opiniões e imagens. O projeto desta pesquisa também foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética Pública (CAAE: 55575616.4.0000.5246, Parecer: 1.565.160).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Almeida (2017), é imprescindível que os sentidos remanescentes das pessoas com deficiência visual (tato, audição, olfato e paladar) sejam trabalhados – uma vez que são mediados pelo sistema cinestésico –, visto que é a partir deles que a construção e a representação das imagens são concebidas fora da visão. Por conta disso, os recursos didáticos produzidos para ADVs devem ser significativos, para que atendam aspectos da percepção tátil e/ou da percepção visual no caso de baixa visão (CERQUEIRA; FERREIRA, 1996).

Com o intuito de corroborar com o ensino e a aprendizagem de pessoas com deficiência visual, foi desenvolvida uma Estação de Tratamento de água (ETA) para abordar o tema separação de misturas. O material produzido foi uma ETA bidimensional tátil, contando com o apoio da Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado do Departamento Técnico-Especializado (DPME-DTE) do IBC, observando-se todos os critérios necessários para que o material possa ser aplicado em sala de aula.

De acordo com Silva (2017), os critérios considerados para a produção do material, para ambos os públicos (cego e baixa visão), foram:

1. Para o aluno cego:

- **Tamanho:** O material a ser desenvolvido não pode ser muito pequeno, visto que dificulta a percepção de detalhes, nem muito grande. O tamanho ideal é aquele em que ele consiga utilizar as duas mãos para manipulá-lo sobre uma superfície plana.
- **Significado Tátil:** O material precisa de um relevo perceptível e diferentes texturas para melhor destacar o objeto em questão. Contrastes como liso/áspero, fino/grosso permitem distinções adequadas.
- **Aceitação e segurança:** Os materiais desenvolvidos não podem oferecer riscos à segurança dos alunos, ou seja, não podem ser feitos com objetos que cortem/machuquem no momento da manipulação. Todos os detalhes da produção devem ser pensados com cautela. Isso está diretamente ligado à aceitação que o recurso didático terá por parte do público (CERQUEIRA; FERREIRA, 1996).
- **Fidelidade ao modelo original:** O material adaptado deve conter exatamente a mesma ideia do modelo original. Algo que em tinta seja em diagonal, por exemplo, deve continuar em diagonal na adaptação.
- **Resistência:** O material deve ser confeccionado com materiais resistentes, pensando-se na sua durabilidade, pois será manipulado constantemente pelos alunos.
- **Detalhes meramente ilustrativos devem ser eliminados:** Ilustrações que não são necessárias, e não causam nenhum prejuízo ao entendimento do texto ou objeto de estudo, podem ser retiradas.
- **Revisão do material por usuários cegos:** O material deve sempre passar pela revisão de um cego, a fim de testar a futura aplicabilidade em sala de aula, observando o Sistema Braille e a compreensão na adaptação de figuras.
- **Presença de legendas em caso de diferentes texturas utilizadas:** Igualmente como os videntes, os cegos também utilizam legendas, porém por meio de diferentes texturas.

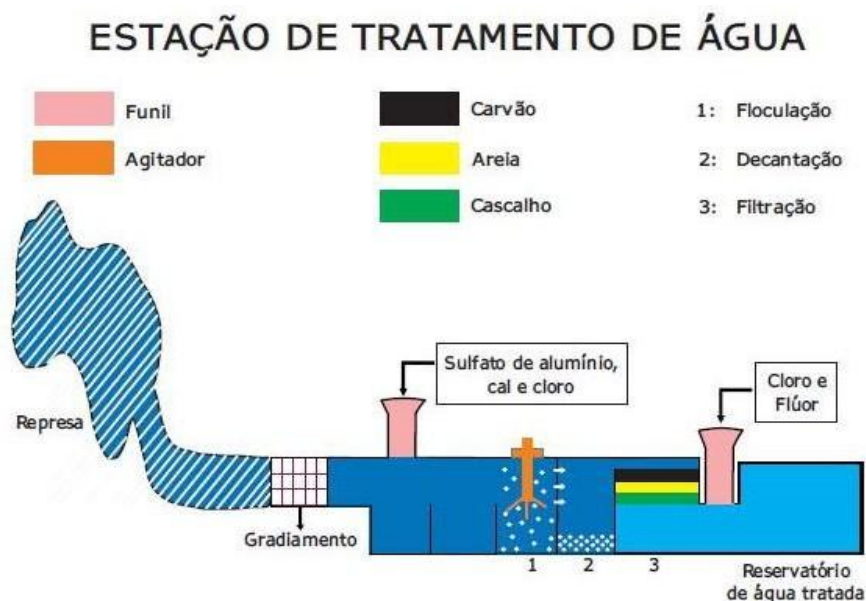
2. Para o aluno com baixa visão:

- **Materiais impressos com cores fortes e contrastantes:** O contraste para o aluno com baixa visão é essencial e não pode ser esquecido. Não podemos utilizar azul-escuro sobre o preto, por exemplo. Azul/amarelo e preto/branco fornecem ótimos contrastes.
- **Fonte:** A fonte utilizada deve ser ampliada e especializada, como é o caso da APHont, desenvolvida pela *American Printing House for the blind* (organização sem fins lucrativos), especialmente para usuários com baixa visão.

- Impressões ampliadas: A fim de facilitar a compreensão de figuras, gráficos, esquemas etc., as impressões ampliadas, em geral, são adequadas a alunos com baixa visão, pois os detalhes ficam mais nítidos.

A partir dos critérios mencionados acima se deu a elaboração do material. Inicialmente, a adaptação da ETA teve como foco o atendimento a pessoas com deficiência visual que apresentassem baixa visão. Nessa etapa, contou-se com o auxílio de um designer gráfico da Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado do Departamento Técnico-Especializado (DPME-DTE) do Instituto Benjamin Constant para realizar o desenho da ETA e a ampliação do material (tamanho 42cm x 30cm), tendo o tamanho ideal para que os alunos pudessem manipulá-lo com as duas mãos e a ampliação da fonte com a fonte especializada – APHont, desenvolvida pela *American Printing House for the blind*. O material final da ETA recebeu cores e contrastes adequados para permitir a visualização dos alunos, como pode ser observado na Figura 1 a seguir.

Figura 1 – Desenho da ETA para alunos com baixa visão.



Fonte: DPME/DTE/IBC

Posteriormente à adaptação do material para pessoas com baixa visão, iniciou-se a sua adaptação para pessoas cegas. Para a produção desse tipo de material é necessário que se faça, primeiramente, a texturização do desenho esquemático, chamado de matriz. A matriz utilizada, nesse caso, foi o mesmo desenho usado na adaptação para alunos com baixa visão.

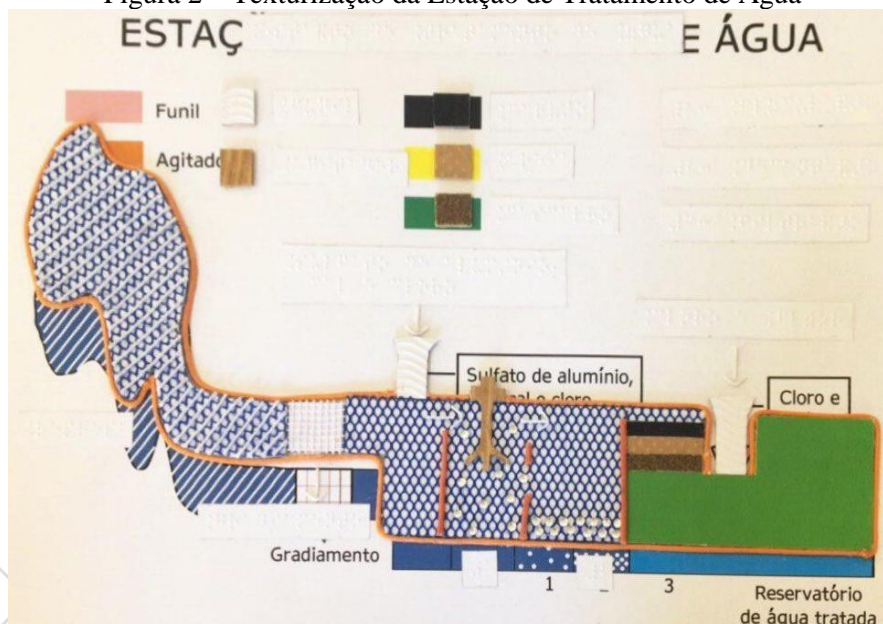
Para pessoas cegas, a texturização é feita para melhor compreender os conteúdos expostos no material; além disso, toda a ETA deve seguir fielmente o modelo original em

tinta mostrado anteriormente, com todos os detalhes em textura. É importante ressaltar que durante a texturização usou-se materiais de baixo custo, com o intuito de serem replicados facilmente. Para a texturização da Estação de Tratamento de Água (Fig. 2), utilizou-se as seguintes texturas listadas no Quadro 1:

Quadro 1 – Texturas utilizadas na adaptação da ETA para cegos

Base: Papel-cartão e tamanho de 42 cm de largura x 30 cm de altura;
Contorno de toda ETA: Linha cordonê encerada;
Represa: Papel ofício sobre papel Paraná (para relevo);
Água na represa: Tecido tela volley azul com formato hexagonal com linhas de algodão fina (tipo corrente) para simular resíduos e sujeira presentes na água;
Gradeamento: Tecido tela volley branco em forma de rede sobre papel Paraná;
Água após gradeamento: Tecido tela volley azul com formato hexagonal;
Funil: Papel Kraft no formato ondulado sobre papel Paraná;
Agitador: Papelão (de resto de caixas) sobre papel Paraná;
Processos de Floculação e Decantação: <i>Stickers</i> (adesivos);
Processo de Filtração: Carvão: Lixa de água A180 sobre papel Paraná; Areia: Papel Kraft com bolinhas sobre papel Paraná; Cascalho: Lixa de madeira P80 sobre papel Paraná;
Água tratada: Caixa de remédio sobre papel Paraná, ou seja, uma textura lisa;
Setas: Linha de algodão (tipo corrente).

Figura 2 – Texturização da Estação de Tratamento de Água



Fonte: Autores

O título – Estação de Tratamento de Água (ETA) – foi centralizado no trabalho transcrito para o Sistema Braille, assim como toda parte textual, com o auxílio de uma máquina de datilografia braille. A legenda está disposta acima da figura representativa da ETA para que os alunos já conheçam os tipos de texturas que irão encontrar na simbolização dos diferentes processos ao longo do tratamento da água.

Após a texturização foi feita a replicação do material na máquina *Thermoform*, reproduzido em películas de PVC, utilizando a ETA texturizada como matriz.

Com relação à avaliação, o material foi inicialmente avaliado por duas revisoras cegas do IBC, que revisaram toda a parte textual das legendas e título, por meio da leitura de confronto, observando-se o uso correto do Sistema Braille e de todo o esquema da ETA, inclusive se a texturização foi feita de forma que todos os processos envolvidos tenham sido bem compreendidos. Quando o revisor sinaliza algum erro no texto ou nas texturas, o trabalho é refeito e passa por uma nova avaliação.

As duas revisoras fizeram a primeira avaliação do material em julho de 2018, juntamente com um professor de Química do IBC, que ia explicando todo o funcionamento da ETA para ambas e, ao final, perguntou se tinham compreendido os processos. Não foram encontrados erros de digitação no braille, nem problemas na numeração referente a cada processo de separação, visto que foi perguntado se dificultava o entendimento se colocássemos o número três referente ao processo de filtração, logo abaixo dos filtros, dentro do reservatório de água tratada por conta do espaço.

Além disso, as revisoras foram questionadas, após tatearem todo material, se era perceptível a diferença entre as texturas utilizadas para representar a água na represa e o processo de gradeamento. Ambas as revisoras responderam afirmativamente e pontuaram como percebiam essas diferenças. Revisora 1: “Uma é mais fechadinha [gradeamento]; a outra é mais diagonal [água na represa].” (informação verbal)⁶, Revisora 2: “Não é tão diferente, mas dá pra perceber. Essa é mais suave [água na represa] e essa é mais bruta [gradeamento]; é diferente.” (informação verbal)⁷.

Após a avaliação da formatação, gramática e texturização, o material foi aprovado pelas revisoras, passando para a avaliação dos alunos do Ensino Básico.

⁶A observação da Revisora 1, sobre o processo de avaliação dos materiais, foi coletada pelos pesquisadores, sendo transcrita na íntegra para este artigo.

⁷A observação da Revisora 2, sobre o processo de avaliação dos materiais, foi coletada pelos pesquisadores, sendo transcrita na íntegra para este artigo.

Os materiais foram avaliados por cinco alunos em uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental do Instituto Benjamin Constant no ano de 2018, sendo três alunos com baixa visão e dois alunos cegos, com faixa etária de 14 a 24 anos de idade.

O material contou com dois formulários com até 12 perguntas (um para alunos com baixa visão e outro para alunos cegos), sendo respondidos sob a forma de entrevista ao final do momento de avaliação da ETA. Esta avaliação foi realizada juntamente com o professor de Química do IBC e o material apresentado para os alunos do Instituto; sobre o que se tratava o material que seria apresentado, além dos formulários que seriam preenchidos em seguida. Por meio da nossa mediação, o aluno era guiado pelo material, recebendo explicações sobre o que acontecia em cada etapa do tratamento de água retratado.

É importante ressaltar que os formulários utilizam perguntas-base tanto para alunos com baixa visão quanto para alunos cegos, entretanto em alguns momentos se diferem, visto que as entrevistas foram feitas de acordo com as especificidades de cada grupo, como o Braille para cegos e tamanho da fonte e ampliação do material para baixa visão.

Nas Tabelas 1 e 2, seguem as respostas para as questões dos formulários:

Tabela 1 – Formulário de Avaliação dos alunos com baixa visão sobre o material (ETA)

Pergunta	Aluno 1 – Wesley	Aluno 2 – Raquel	Aluno 3 – Iris
1) As legendas (modelo e tamanho) utilizadas estão adequadas para você?	Sim.	Sim.	Sim.
2) Você costuma receber materiais ampliados? Qual(is)?	Não. Grandão assim não.	Sim. A professora sempre manda.	Sim.
3) Você já aprendeu esta matéria?	Sim.	Não.	Sim.
4) Você percebe a diferença da água na represa e depois que ela passa pelo gradeamento? Se sim, qual a diferença?	Sim. Fica mais limpa, sai os lixos.	Sim. Represa tem a listras, depois fica limpa.	Sim. Fica mais limpa.
5) No tanque 2, ocorre o processo de floculação. O que você percebe que está acontecendo?	Várias bolhinhas.	A sujeira se junta, depois vai para outro tanque e vai para baixo.	Sujeira espalhada.

V JORNADA CHILENA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA			
6) Você consegue compreender o que são os pontinhos formados no tanque 2? Se sim, o que são?	Sim. Sujeiras.	Sim. Sujeira que ainda tem na água depois da grade.	Sim. Sujeira.
7) Você consegue perceber a diferença do tanque 2 para o tanque 3? Se sim, qual a diferença?	Sim. Sujeira toda espalhada (tanque 2) e sujeira toda embaixo (tanque 3).	Sim. As bolinhas estão espalhadas no 2 e no 3 estão no fundo.	Sim. Sujeira mais junta (tanque 3) e no outro mais separada (tanque 2).
8) Na etapa da filtração, é possível perceber a presença de três filtros diferentes?	Sim.	Sim.	Sim.
9) Após passar pelos três filtros, como está a água?	Azulzinha, limpa.	Mais limpa.	Azul vivo, água limpa.
10) Após a utilização do material, você consegue concluir para que serve uma estação de tratamento de água?	Sim. Para tratar a água para os outros beberem.	Manda água limpa, sem bactéria para nossa casa.	Para tratar água para usarmos para sobreviver.
11) Como você classificaria este material: Bom, Regular ou Insuficiente?	Bom	Bom	Bom
12) Com suas palavras, comente a pergunta anterior, colocando o seu ponto de vista, mostrando se alteraria algo deste material que não ficou claro para o seu entendimento.	-	Não.	Trocaria a cor do filtro do carvão de preto para vermelho, porque olhando inicialmente pareciam só dois.

Tabela 2 – Formulário de Avaliação dos alunos cegos sobre o material grafotátil (ETA)

Pergunta	Aluno 4 – Maria Carolina	Aluno 5 – Felipe
1) O Braille está legível?	*A aluna não lê o braille.	Sim.
2) Você já aprendeu esta matéria?	Sim.	Sim.

3) Você percebe a diferença da água na represa e depois que ela passa pelo gradeamento? Se sim, qual a diferença?	Sim. Está um pouquinho mais limpa, ainda não totalmente.	Sim. Antes tem sujeiras, retas paralelas. Depois tem só um pouquinho, tá mais ou menos (limpa).
4) No tanque 2, ocorre o processo de floculação. O que você percebe que está acontecendo?	Sujeiras aparecendo.	As sujeiras estão aparecendo.
5) Você consegue compreender o que são os pontinhos formados no tanque 2? Se sim, o que são?	Sim. São sujeiras.	Sim. Sujeiras.
6) Você consegue perceber a diferença do tanque 2 para o tanque 3? Se sim, qual a diferença?	Sim. No tanque 3 as sujeiras estão mais juntinhas, no 2 as sujeiras estão mais espalhadas.	Sim. As sujeiras estão saindo, estão embaixo.
7) Na etapa da filtração, é possível perceber a presença de três filtros diferentes?	Não. Parece que é a mesma coisa	Não.
8) Após passar pelos três filtros, como está a água?	Está limpinha.	Limpa, muito limpa.
9) Após a utilização do material, você consegue concluir para que serve uma estação de tratamento de água?	Sim. Para limpar, tratar a água. Pra gente consumir.	Pra gente beber a água mais limpa.
10) Como você classificaria este material: Bom, Regular ou Insuficiente?	Bom.	Bom.
11) Com suas palavras, comente a pergunta anterior, colocando o seu ponto de vista, mostrando se alteraria algo deste material que não ficou claro para o seu entendimento.	Os filtros podiam ser maiores, as texturas podiam ser mais diferentes. São todas ásperas.	Parece que só tem dois filtros ao invés de três. Dois são ásperos, fica confuso. São pequenos.

Ao analisar ambos os formulários, foi possível saber se o material estava ou não de acordo com os critérios de adaptação já mencionados.

Para os alunos com baixa visão, a partir das respostas obtidas, foi possível confirmar que a fonte escolhida para a adaptação do material foi considerada adequada, possibilitando que os três entrevistados enxergassem claramente o texto. Materiais que tenham um tamanho adequado às condições do aluno com baixa visão são muito importantes, visto que facilitarão a sua compreensão; para isso é necessário o uso do melhor tipo de fonte, além do espaço apropriado entre letras e linhas, para que o aluno consiga ver nitidamente o texto ao aproximar o material dos olhos, sem causar cansaço visual (ROMAGNOLLI; ROSS, 2008).

A resposta da primeira pergunta do formulário para baixa visão se interliga também com a segunda sobre materiais ampliados, visto que para Marques (2019), materiais com tamanho de fonte maior, gráficos e esquemas ampliados irão colaborar para o entendimento em alguns casos de baixa visão. Dois dos três alunos responderam que sim, ou seja, recebiam materiais ampliados. No entanto, não disseram quais eram esses materiais. Um dos alunos respondeu que não, embora tenha afirmado que já havia recebido, mas não daquele tamanho.

Quanto aos alunos cegos, foram dois entrevistados. A aluna 1, Maria Carolina, é cega congênita por conta de um dano no nervo óptico, ou seja, desde o seu nascimento. A aluna não tem o tato tão desenvolvido e não lê o Sistema Braille; por conta disto levou mais tempo na análise do material. O segundo aluno, Felipe, é cego desde os 7 anos. Ele conseguiu analisar a grafia braille e lê-la normalmente, confirmando que estava legível, tanto nas legendas quanto no título. Gil (2000) afirma que o Sistema Braille tem a função de proporcionar a leitura e a escrita para pessoas com deficiência visual. Sendo assim, compreende-se a importância da coerência desse sistema para a construção do conteúdo.

As demais perguntas dos formulários foram comuns a ambos os alunos, e relacionadas ao entendimento de cada um sobre os processos envolvidos no tratamento da água no decorrer de todo material. Ressaltamos que no Ensino Fundamental os alunos ainda não têm a disciplina de Química, porém já haviam aprendido o conteúdo sobre a água com a professora de Ciências e, por conta disso, o material foi levado para ser avaliado na turma. Somente uma aluna entre todos respondeu que ainda não tinha aprendido aquela matéria, porém no momento da avaliação abordamos o assunto novamente.

A pergunta 3 do formulário para os cegos questiona a percepção dos alunos quanto à diferença da água na represa, bem como depois que ela passa pelo gradeamento; se a resposta fosse afirmativa, qual seria essa diferença. A presença das linhas de algodão na represa – simbolizando os resíduos presentes na água –, foi imediatamente percebida pelos alunos, principalmente após a passagem pelo sistema de gradeamento, que tem por finalidade deter os

materiais flutuantes com maiores dimensões, pois o tanque seguinte contém apenas o tecido em formato hexagonal, sem as linhas.

De maneira geral, todos os alunos com baixa visão compreenderam o processo que envolvia o sistema de gradeamento. As listras presentes antes do processo, e a sua ausência após as grades, possibilitou facilmente o entendimento do que ocorria com a água. Isso foi confirmado pelas respostas das alunas Raquel e Iris à pergunta 4.

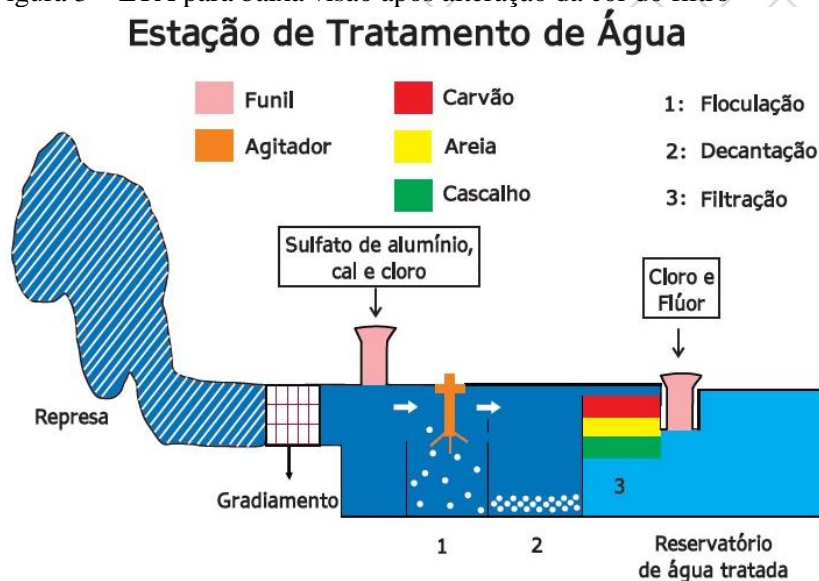
Os processos de Floculação e Decantação também foram facilmente percebidos em ambos os grupos, especialmente pelos alunos cegos pela presença dos *stickers*. Na Floculação, eles perceberam que as partículas começam a se aglomerar pela adição do sulfato de alumínio; já na Decantação, as partículas são depositadas no fundo do tanque. As respostas dos alunos refletem bem essa compreensão.

Na última etapa de Filtração foi quando tivemos mais sugestões de mudança por parte dos alunos. Ainda que os três alunos com baixa visão tenham respondido “Sim”, identificando a presença de três filtros diferentes (carvão, areia e cascalho), a aluna Iris inicialmente compreendeu que havia apenas dois pela cor preta do filtro de carvão. Para pessoas com baixa visão, o uso adequado do contraste das cores amplifica a função visual, por isso Iris sugeriu que mudássemos a cor do primeiro filtro para vermelho. Os dois alunos cegos reclamaram do tamanho dos filtros e das texturas de lixa utilizadas nos filtros de carvão e cascalho. Segundo eles, as texturas pareciam iguais, os filtros muito pequenos e, portanto, não conseguiam perceber a diferença entre os três filtros.

Esse momento foi fundamental para o êxito do trabalho, uma vez que reforça a importância de se avaliar o material com quem realmente irá utilizá-lo, ou seja, as pessoas com deficiência visual. Além de recebermos um parecer justo e sincero, é importante reconhecer a perícia e a autoridade das pessoas com deficiência, demonstrando que elas falam por si mesmas, pois são as maiores conhecedoras do assunto em questão (SASSAKI, 2007). Após a avaliação dos alunos, recolhemos a ETA para atendermos as suas solicitações.

Com o auxílio do designer gráfico da DPME-DTE, alteramos a cor do filtro de carvão, de preto para vermelho na ETA (em tinta para baixa visão), além de dobrarmos os tamanhos dos filtros, de acordo com o pedido da aluna Iris (Fig. 3). Em seguida, retornamos para a sala de aula para que ela e o outro aluno verificassem novamente e pudessem nos dizer se, a partir da mudança, havia melhorado ou não a visualização do filtro. Ambos os alunos deram um parecer positivo e disseram que o contraste tinha ficado bem melhor para enxergar.

Figura 3 – ETA para baixa visão após alteração da cor do filtro



Fonte: DPME/DTE/IBC

Já com o material grafotátil para os alunos cegos, levamos em consideração não somente as respostas do formulário, a fim de realizar a alteração pedida, mas também a avaliação como um todo. Os dois alunos cegos disseram que além dos filtros estarem pequenos, as texturas utilizadas nos filtros de carvão e cascalho eram igualmente ásperas e, como se pareciam muito, poderiam confundir. Contudo, em dado momento da avaliação, ao analisarem as legendas localizadas na parte de cima do desenho da ETA – contendo as mesmas texturas dos filtros, mas em tamanho maior –, os dois alunos já conseguiram perceber a diferença. Com isso, entendemos que o problema estava no tamanho dos filtros, e não nas texturas utilizadas. Dessa forma, alteramos somente o tamanho dos três filtros na estrutura.

Como realizado anteriormente, antes de avaliarmos o material mais uma vez com os alunos cegos, apresentamos a um terceiro revisor cego do IBC. O Revisor 3, Henrique, que é cego congênito, avaliou a matriz (onde estavam coladas todas as texturas) e, pela primeira vez, a ETA na película de PVC.

Inicialmente, perguntamos ao Revisor 3 se ele preferia olhar, primeiro, para o PVC, para que não sofresse nenhuma influência, porém a escolha foi pela matriz; segundo Henrique, olhando o PVC por último teria uma noção de como a figura foi passada de uma superfície para a outra. Assim sendo, o Revisor 3 avaliou a matriz e, de início, também achou que os filtros, de carvão e cascalho, eram bem parecidos, mesmo depois de terem sido aumentados. Em seguida, ao avaliar o PVC, nos disse que, naquela superfície, houve um destaque maior para as texturas; era possível perceber bastante a diferença ao passar a unha.

Finalizou afirmando que o PVC era mais fiel do que a matriz, porque com a película era possível perceber muito mais a textura que estava na legenda em comparação com a que estava no desenho dos filtros. Esse resultado já era esperado, visto que no PVC, texturas do tipo lixa costumam ficar mais evidenciadas.

Henrique elogiou muito o material produzido. Também nos contou um pouco da sua trajetória acadêmica, de como se sentia ao ter acesso a um material como aquele (sobre o processo de tratamento da água), e a importância daquele material para alguém que não enxerga:

Revisor 3: É um processo [de tratamento da água] interessante, né? Porque a gente que não enxerga, a gente não tem essa noção quando a gente estuda, por exemplo, numa classe comum, a gente não tem essa noção de figura, né? Até quando faz uma prova em concurso, alguma coisa. É muito interessante que vocês através desses projetos façam esse tipo de demonstração e aí a gente já fica ciente do que acontece. [...] Não tinha muito acesso à figura na época que estudei. (informação verbal)⁸

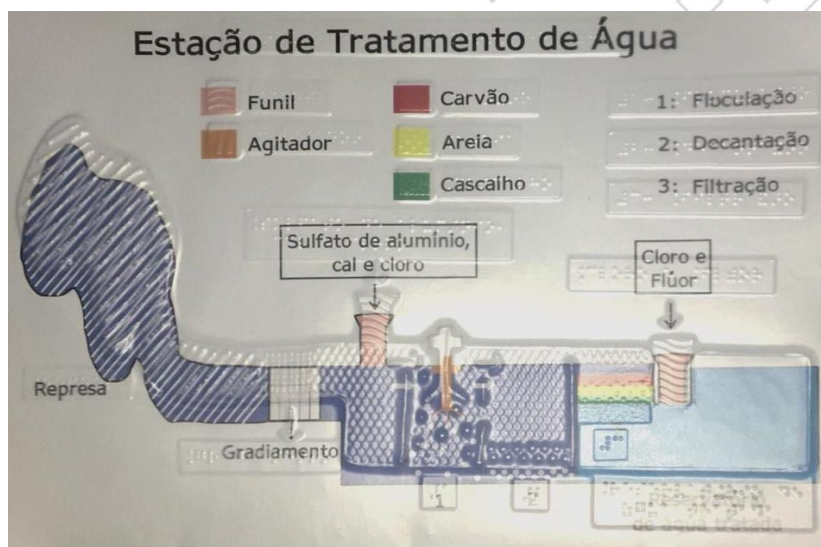
Após a análise do Henrique, apresentamos novamente para a nossa primeira revisora avaliar o material, agora com a película de PVC. A sua opinião foi a mesma que a do Henrique, sobre ter ficado melhor para compreender na película. Só depois de passar pela avaliação dos revisores foi que retornamos à sala de aula levando o material para os alunos, com as alterações realizadas nos tamanhos dos filtros e na película de PVC. O retorno dos alunos foi muito positivo e o material foi aprovado; ambos os alunos conseguiram diferenciar bem as texturas. A partir disso, finalizamos a nossa avaliação.

Com exceção dos filtros, todos os cinco alunos conseguiram compreender o funcionamento de uma ETA. Ao longo da avaliação respondemos curiosidades e dúvidas que surgiam sobre o tratamento da água. Após a leitura completa do material, os alunos explicaram cada processo: como estava a água no final, para que servia cada substância adicionada e a importância do tratamento da água para saúde. Era visível o quanto ficaram felizes e empolgados, porque nunca tinham pensado no conteúdo de separação de misturas contextualizado daquela forma. A aluna 3, Iris, comentou que nunca esteve tão feliz.

Ao término da nossa avaliação, todos os alunos puderam levar a ETA para casa. Os com baixa visão, a matriz impressa em tinta; os cegos, a película de PVC (Fig. 4). Cópias sobressalentes do material foram distribuídas para os demais alunos da turma que não participaram do momento da avaliação.

⁸A avaliação do Revisor 3, sobre a matriz e o PVC, foi coletada pelos pesquisadores, sendo transcrita na íntegra para este artigo.

Figura 4 – Versão final do material grafotátil (com a película de PVC)



Fonte: Autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Educação Inclusiva tem por objetivo a inserção de alunos com deficiência em escolas regulares, entretanto é necessário criar maneiras para que esse aluno construa o seu conhecimento e possa interagir com os demais em sala de aula. Por conta disso, é preciso adaptar todo o ambiente escolar, inclusive os materiais didáticos. Em relação às pessoas com deficiência visual, sendo cegos ou com baixa visão, a adaptação e a funcionalidade de materiais didáticos são fundamentais para possibilitar uma aprendizagem significativa.

Visando ampliar o número de materiais adaptados de Química para alunos com deficiência visual, além de trazer a reflexão e a compreensão da Educação Inclusiva para professores na formação inicial, produziu-se uma Estação de Tratamento de Água bidimensional tátil para a contextualização do tema de separação de misturas, e contribuir, dessa forma, para a prática da cidadania, uma vez que os conceitos químicos estão presentes na maioria dos processos do cotidiano.

O material confeccionado foi avaliado por três revisores cegos do IBC e, posteriormente, por cinco alunos com deficiência visual do próprio Instituto Benjamin Constant, que o aprovaram e o consideraram adequado para o uso em sala de aula. Diante do que foi observado no processo de avaliação do material com os alunos e com os revisores, compreendemos a importância dos recursos didáticos especializados para pessoas com deficiência visual, confirmando que a adaptação e a aplicabilidade desses tipos de materiais são essenciais para possibilitar um aprendizado significativo.

A matriz de todo o material foi depositada na Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado do Departamento Técnico-Especializado (DPME-DTE) do IBC para posterior replicação em películas de PVC para alunos com deficiência visual matriculados em instituições públicas de ensino do Brasil.

AGRADECIMENTOS IBC, IFRJ (*campus* Duque de Caxias), UERJ e CNPq.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. G. S. **Ver além do visível**: a imagem fora dos olhos. 2017. 238 f. Tese (Doutorado em Literatura, Cultura e Contemporaneidade). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em ciências sociais. **Em Tese**, Florianópolis, v. 2, n.1, p. 68-80, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/18027/16976>. Acesso em: 11 jul. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Diário Oficial da União, Brasília, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 23 nov. 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.146**, de 6 de julho de 2015. Diário Oficial da União, Brasília, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm. Acesso em: 23 nov. 2018.

CARVALHO, D. L.; RIBEIRO, S. M. A formação de professores e a inclusão de estudantes com deficiência no ensino regular. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, **Anais...**Paraná: Educere, 2017. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24088_12361.pdf. Acesso em: 28 jun. 2018.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, M. A. Os recursos didáticos na Educação Especial. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n. 5, p.15-20, 1996.

GIL, M. Deficiência visual. **Cadernos da TV Escola**, Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/deficienciavisual.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. **150 anos do Instituto Benjamin Constant**. Rio de Janeiro: Ministério da Educação, Fundação Cultural Monitor Mercantil, 2007.

JORGE, V. L. **Recursos Didáticos no Ensino de Ciências para alunos com deficiência visual no Instituto Benjamin Constant**. 2010. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MARQUES, P. A. **Baixa visão: da prevenção à inclusão**. Rio de Janeiro: Ed. do Autor, 2019.

NEVES, J. L. Pesquisa Qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, 1996.

REIS, M. X.; EUFRÁSIO, D. A.; BAZON, F. V. M. A formação do professor para o ensino superior: prática docente com alunos com deficiência visual. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 111-130, 2010.

ROMAGNOLLI, G. S. E.; ROSS, P. R. **Inclusão de alunos com baixa visão na Rede Pública de Ensino**. PDE, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.diadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1109-2.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2019.

SASSAKI, R. K. Nada sobre nós, sem nós: da integração à inclusão – Parte 2. **Revista Nacional de Reabilitação**, n. 58, p.20-30, set.-out., 2007.

SILVA, A. C. **A importância do desenvolvimento de um material grafotátil na área de Química para alunos cegos e com baixa visão**. 2017. 43 f. Monografia (Especialização em Educação Especial e Inclusiva). Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2017.

_____, P. R.; RUST, N. M. Ensino de Ciências: produção de material didático para alunos cegos e com baixa visão. **Revista de Ensino de Biologia**, n. 9, p. 2021-2033, 2016.

UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre Princípios, Políticas e Práticas na área das Necessidades Educativas Especiais**. 1994. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139394>. Acesso em: 12 abr. 2020.