

**Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva
objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual**

*Development of a didactic-pedagogical proposal for inclusive scientific education aiming at
protagonism and autonomy of students with visual impairment*

Roberto Irineu da Silva
Colégio Pedro II – Campus Niterói, CMPDI-UFF
Rio de Janeiro-Brasil

Ruth Maria Mariani Braz
CMPDI-UFF
Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

Objetivou-se neste trabalho, o desenvolvimento de uma proposta que consignasse o educando cego como um coprotagonizador de produção de recursos didáticos mediadores do processo ensino-aprendizagem, durante o atendimento no AEE, culminando em suas inserções num programa de Iniciação Científica. Como resultado foi produzida uma Sequência Didática sobre a temática água, tendo como fator subsidiador da cognição, modelos com significação tátil capazes de comunicarem informações sobre aspectos estruturais e fenômenos observados em experimentações. Em tais modelos foram introduzidos recursos digitais para acessibilidade a uma caracterização dos mesmos por audiodescrição, favorecendo consultas autônomas para fins de aprofundamento ou revisão. Finalmente, menciona-se que este projeto inaugura um modelo de Educação Científica Inclusiva, contextualizando ainda os educandos cegos com as TIDCs.

Palavras-chave: Ensino de Biologia; Recursos Didáticos Acessíveis; Inclusão Científico-Tecnológica.

Abstract

The objective of this work was to develop a proposal that would assign the blind student as a co-provider of the production of didactic resources that mediate the teaching-learning process, during the service at the AEE, culminating in their insertion in a Cient Initiation program. As a result, it produced a Didactic Se on the subject of water, models with knowledge of significance capable of communicating information about structural factors and phenomena observed in experiments. In such models, audio resources were defined for accessibility of description criteria, being tested by appropriate background tests for accessibility or review purposes. Finally, it is noteworthy that this project inaugurates a model of Inclusive Science Education, contextualizing blind students with TIDCs.

Keywords: Biology teaching; Accessible teaching resources; Scientific-technological inclusion.

Introdução

Uma demanda premente na contemporaneidade refere-se à assunção de um compromisso sistemático no processo de inclusão de sujeitos com deficiência(s), significando não somente respeito às suas singularidades, mas a efetivação de um processo de empoderamento que os permita coexistir em condições de igualdade em relação ao espectro antropomórfico hegemônico, reconhecendo-os como protagonistas ativos à apropriação dos bens sócio-técnicos-culturais nos quais se contextualizam (DAMASCENO; CRUZ, 2021; GARCIA, 2021).

Antagonicamente, no contexto da epistemologia clássica da Educação, não há a consideração da heterogeneidade em termos de Necessidades Educacionais Específicas do coletivo discente, demandando um comportamento comprometido com um perfil cognitivo que corresponda com o pragmatismo que lhe é própria, referindo-se ao caráter hierárquico no processo de transmissibilidade do conhecimento que, por sua vez, executa-se por meio de métodos expositivos sob uma lógica de verdade irretroatável e estímulo à habilidade de memorização destituída de significância, com metas de formação para o mercado de trabalho (MUSIS; DE CARVALHO, 2010; BONETI, 2014).

Assim, como resultado de uma metodologia didático-pedagógica institucionalizada, comprometida com a homogeneização de comportamento em termos de perfil cognitivo, verifica-se um patente processo de exclusão crônico em que a imputação da responsabilidade do desenvolvimento no processo de escolarização incide sobre o educando, estigmatizando-o como inepto, num contexto de determinismo genético, negligenciando a diversidade antropomórfica e/ou de ordem socioeconômica (MATTOS, 2005).

Sob o exposto, o paradigma emergente quanto ao compromisso sistêmico de promoção da inclusão de pessoas com deficiência(s), fundamentados na garantia de salvaguardar os direitos fundamentais indistintamente à diversidade antropomórfica, emerge como um fator potencialmente disruptor da concepção clássica da Educação, uma vez que o traslado dos estudantes que correspondem ao Público-Alvo da Educação Especial (PAEE) aos espaços institucionais de ensino regulares requerem não somente eliminação de todas as ordens de barreiras, observando transformações subjacentes aos preceitos do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA)ⁱ, conjugadas às alterações com

igual propósito nos âmbitos infraestruturais, tecnológicos, comunicacionais e de prestação de serviço, mas corrobora para a geração de uma sociedade destituída de estigmatizações, privilegiando potencialidades no contexto de promoção de igualdade de condições para acesso e apropriação dos bens sócio-tecnológico-culturais produzidos (FIGUEIREDO *et al.*, 2017; GARCIA, 2021).

No contexto de zelo pela equidade, e considerando especificamente o processo de educação científica, há uma demanda urgente de se empreender esforços que garantam a imersão dos alunos com necessidades educacionais específicas decorrentes de suas deficiências ao letramento científico, excedendo o compromisso de desenvolvimento de estratégias didático-pedagógicas e recursos assistivos para acessibilidade aos conteúdos curriculares compactuados na BNCC e no projeto político pedagógico da escola (VILLANUEVA *et al.*, 2012; HWANG *et al.*, 2018).

Neste sentido, deve-se implementar uma política educacional que sistematize o processo de inclusão científica a educandos com deficiência, consolidando estratégias que visem à suplantação dos impedimentos, promovendo acessibilidade não somente ao conteúdo, mas a aquisições de competências cognitivas que os habilitem a criticamente identificar a ocorrência dos fenômenos em suas circunstâncias de vivências, possibilitando ainda, a autonomia de refletirem sobre as intervenções que, enquanto cidadãos, podem promover seja em prol de melhoria da qualidade de vida, ou como protagonistas na difusão destas informações à sua comunidade, a fim de que medeiem à promoção do letramento científico a seus pares (VILLANUEVA *et al.*, 2012; HWANG *et al.*, 2018).

Considerando as demandas supracitadas, este projeto objetivou o desenvolvimento de uma metodologia de Educação Científica Inclusiva para estudantes com impedimento visual por meio do desenvolvimento de uma sequência didática na temática água, tendo como instrumentos mediadores da aprendizagem, recursos didáticos com significação tátil que foram concebidos sob a intervenção dos estudantes partícipes deste trabalho, cujo protagonismo conduzi-os a serem integrados a um programa de iniciação científica júnior.

Quanto ao aporte teórico-metodológico fundamentador deste projeto, recorreu-se aos pressupostos instituídos por Phillippe Meirieu que advoga a impossibilidade pedagógica secundária à colisão entre o capital acadêmico-intelectual docente com a resistência do aprendente, como vetor para a promoção de um percurso didático

Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual

emergente subvencionado à singularidade própria a cada cenário de aprendizagem (MEIRIEU, 2002; FRANCO, 2011; VIEIRA *et al.*, 2020).

Perspectiva-se, portanto, uma Pedagogia Diferenciada que requer a assunção de um comprometimento ético docente pelo desenvolvimento de uma espécie solicitude frente à resistência dos estudantes, independente do fator motivador, conjugado à obstinação didática, significando (1) o reconhecimento de legitimidade do educando, enquanto sujeito concreto, que catalisa as necessidades de replanejamento e rearticulação de condições mais favoráveis em termos de processo ensino-aprendizagem, exigindo renúncia em termos de tutela de estratégias metodológicas instituídas a priori; (2) o rompimento com um prognóstico de incapacidade, uma vez que se reconhece que todos os educandos apresentam potencialidades cognoscente, sendo um precípua dever docente, fomentar a motivação do educando para aprender; (3) que o momento didático, caracterizado pela resistência à aprendizagem protagonizada pelo discente, implicando impotência pedagógica aparente, propicia a geração de um comprometimento profissional contextualizado com a pesquisa, possibilitando a geração de inovações didático-pedagógicas num cenário de singularidade, ou seja, a teoria emergindo da prática (MEIRIEU, 2002; FRANCO, 2011; VIEIRA *et al.*, 2020).

Materiais e Métodos

Participaram deste estudo duas estudantes com impedimento visual, ambas regularmente matriculadas no Colégio Pedro II em nível de Ensino Médio, sendo, respectivamente, inserida na categoria de cegueira total, secundária ao desenvolvimento de retinoblastoma na infância e baixa visão, concordante com albinismo oculocutâneo. Menciona-se ainda que ambas eram alfabetizadas no código Braille e advindas do Instituto Benjamim Constant onde concluíram o Ensino Fundamental.

Quanto aos modelos didáticos com significação tátil, estes foram produzidos sobre os seguintes parâmetros; (a) estética tátil, observando não somente a remoção de constituintes potencialmente lesivos ou promotores de sensações desagradáveis, mas também a potencialidade dos componentes de gerarem percepções corroboradoras de promoção cognitiva, prevenindo o equívoco de reprodução de padrões estéticos visulcêntricos. Neste caso, para a geração dos modelos, os constituintes foram concebidos em aspectos tridimensionais e/ou dotados de texturas, prevenindo a inclusão daqueles que

geravam distinções insuficientes no processo de percepção háptica, interferindo na eficácia em termos de transmissibilidade do conhecimento por não desencadear uma representação mental apropriada e coerentemente científica. (b) Observância aos pressupostos do DUA, uma vez que tais recursos didáticos constituíram-se também em instrumentos subsidiadores do processo ensino-aprendizagem para educandos surdos, no contexto da pedagogia visual, e para aqueles sem impedimentos sensoriais, por ocasião de exploração imagética em aulas expositivas. (c) Observância do *design* centrado no percebedor, sob a premissa de reconhecimento do coprotagonismo dos estudantes na construção dos conceitos, segundo suas necessidades educacionais específicas, referindo-se não somente a uma simples exposição à apreciabilidade tátil e/ou visual, mas ao desenvolvimento de uma identificação de relacionamento com os constructos em seus processos de concepção para o desencadeamento do processo cognitivo advindo também de uma intervenção participativa.

Considerando a estratégia de inter-relação dos estudantes com os recursos didáticos táteis sob a perspectiva de promoção cognitiva, preconizou-se a fomentação de uma mediação dialógica que inicialmente apresentasse os constituintes dos mesmos descompromissadamente, ou seja, sem intencionalidade pedagógica, solicitando simplesmente que os educandos relatassem o que estavam percebendo em termos de reconhecimento quanto à natureza dos componentes empregados na construção dos modelos, servindo-se de suas texturas e formas. Subsequentemente, promovia-se a apreensão de uma espécie de código tátil, avançando para o desenvolvimento de uma correlação científica.

Quanto à proposição lógica secundária à transmissibilidade do conhecimento no contexto de compreensão de fenômenos que ocorrem em experimentações, tendo em vista que por sua imanência imagética são naturalmente inacessíveis ao educando cego, perspectivou-se o processamento de uma interação com os recursos em dois níveis, assim descritos: (1) inicialmente os referidos recursos didáticos foram desenvolvidos com implementações de artifícios em que a exploração tátil inicial e descaracterizada de intencionalidade pedagógica, reconheceria prontamente distinções entre os elementos constituintes (elementos referenciais perceptivos), considerando uma circunscrição delimitada. Neste nível de exploração, iniciaria o processo de correlação científica e o estabelecimento, assim, de uma espécie de código tátil, como supradescrito: o estudante

Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual

perceberia a distinção dos elementos integrantes dos recursos com base em critérios como texturas, formas, tamanhos. (2) Posteriormente, prosseguia-se para uma interação numa escala macro e global, fomentando um exercício de comparabilidade em que os elementos dos recursos estariam posicionados para que a emergência do conhecimento científico executasse por correlação posicional após a eleição do constituinte referência.

Em respeito à acessibilidade comunicacional, em todos os modelos construídos foram implementados recursos descritivos em fonte tipo APFont™ tamanho 24 (para alunos videntes e com baixa visão) e em Braille (para alunos com cegueira total). Menciona-se ainda que em todos os modelos foram implementados um sistema de áudio narração acionado por um código digital. Neste aspecto, inicialmente foram feitas audionarrações sobre a estruturação dos modelos em termos de composição dos materiais utilizados. Em seguida, executou-se uma espécie de correlação com o significado biológico, sendo subsequentemente produzidas explicações sobre o conteúdo a ser transmitido em cada prancha. Estas audionarrações, por sua vez, foram anexadas na nuvem eletrônica para geração de um endereço virtual. Este *link* foi utilizado para geração de um código de barra bidimensional de resposta rápida (“QR code”) por meio do programa ‘QR code fácil’ (versão gratuita), cujo endereço eletrônico é: <https://www.qrcodefacil.com>.

Para viabilizar o reconhecimento autônomo da localização do “QR code” nas respectivas pranchas por um estudante cego, foi criado um artifício que consistiu em delimitar o local onde se encontra o código com barbante, além da identificação por escrita Braille. Neste sentido, o reconhecimento tátil da referida delimitação, possibilita uma espécie de orientação ao aluno cego na questão do posicionamento da câmera do celular para captação da imagem do código pelo aplicativo de reconhecimento cognato.

Finalmente, quanto à caracterização metodológica da sequência didática mediada por recursos didáticos com significação tátil, observando o fluxograma relativo ao processo de produção, a seguinte sequência de etapas podem ser descritas: Inicialmente, foi perscrutado o capital de conhecimento prévio dos estudantes a respeito da temática água, por meio da aplicação de um questionário transcrito em Braille, sendo as respostas coletadas por registro digital dos mesmos, por meio da utilização de recurso tecnológico assistivo (Linha Braille). Em seguida, foram produzidos os modelos didáticos bi e tridimensionais com significação tátil, como recursos promotores de cognição. Tais modelos foram expostos aos educandos, num contexto de inter-relação dialógica com os

constituintes como supracitado, privilegiando a promoção cognitiva por processamento perceptual háptico-tátil. Na última etapa, consistindo na avaliação, além da verificação da aprendizagem, propriamente dita, os conceitos foram avaliados, quanto à capacidade de intervirem na geração de entendimentos insatisfatórios e/ou insuficientes, privilegiando a intervenção dos estudantes na estética tátil, segundo suas necessidades educacionais específicas.

Finalmente, uma vez constatado o coprotagonismo dos educandos na construção dos recursos didáticos com significação tátil, estes foram inseridos em um programa de iniciação científica júnior e estimulados a serem interlocutores no processo de difusão científica dos conhecimentos adquiridos por meio da apresentação de tais materiais a outros educandos cegos matriculados e atendidos pelo AEE (NAPNE) de outros campi do Colégio Pedro II, além de apresentarem seus trabalhos em eventos científicos promovidos na própria instituição, referindo-se a jornadas pedagógicas.

Resultados

Em respeito à arquitetura pedagógica proposta neste trabalho, referindo-se à produção de uma sequência didática sobre a temática água, tendo como instrumento subsidiador do processo ensino-aprendizagem, modelos didáticos produzidos com significação tátil, foram concebidos os recursos assim caracterizados:

(1) O primeiro (Figura 1 a-b) apresenta à caracterização estrutural geral dos átomos, objetivando a introdução do estudante aos conceitos fundamentais dos requisitos necessários à formação das substâncias e moléculas, convergindo a da água. O referido recurso demonstra a subdivisão do átomo em duas regiões, incluindo o núcleo e a eletrosfera, especificando as subpartículas cognatas e as propriedades que elas conferem aos átomos (ALBERT, *et al.*, 2010).

A meta de aprendizagem do presente modelo é reconhecer os elétrons como os elementos mediadores das interações entre os átomos no processo de formação das substâncias, explorando o conceito de camada de valência e a regra do octeto (ALBERT, *et al.*, 2010). Neste sentido, o modelo foi confeccionado de tal forma que seja suscitada a noção de que cada camada eletrônica existente na eletrosfera comporta um número máximo de elétrons e que, geralmente, a última camada apresenta um número incompleto de elétrons quando comparada ao representante dos gases nobres mais próximo ao átomo

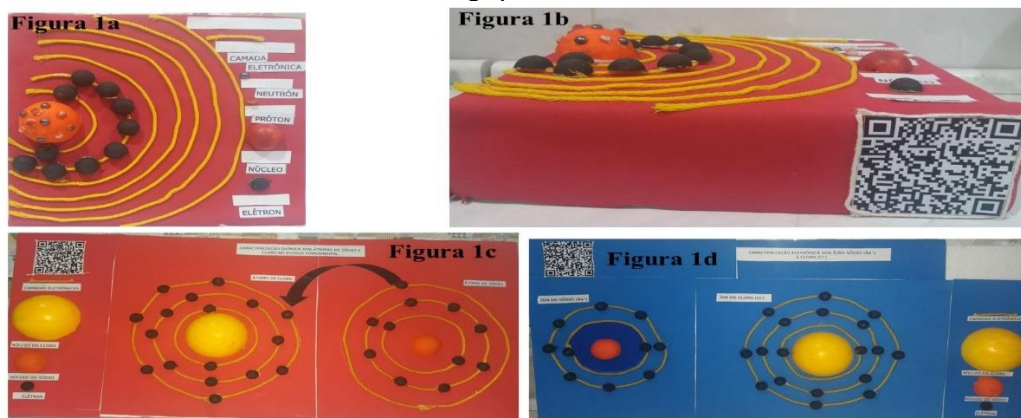
Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual

considerado. Com isso, este modelo possibilita comunicar uma justificativa teórica do motivo pelo qual os átomos interagem entre si, resultando na formação das substâncias.

(2) O segundo recurso didático (Figura 1c) demonstra uma modalidade estratégica de interação entre os átomos, reportando-se à ligação iônica: verifica-se neste modelo a representação dos átomos de sódio e cloro no estado fundamental, contendo, portanto, onze e dezessete elétrons distribuídos nas camadas eletrônicas que lhes são pertinentes. O objetivo cognitivo deste recurso é demonstrar que átomos distintos podem interagir por meio da efetiva transferência de elétrons, existindo, portanto, um doador e um receptor. Este modelo auxilia no entendimento do conceito de eletronegatividade e concretiza a percepção gerada no modelo anterior, concernente ao processo de aquisição de estabilidade pela observação da regra do octeto.

(3) O terceiro modelo (Figura 1d) constitui-se numa sequência vinculada ao modelo anterior por retratar a caracterização dos átomos de sódio e cloro pós-transferência de elétrons. Neste contexto, introduz-se o conceito de íons, explicando que os cátions correspondem aos doadores de elétrons, enquanto os ânions são representados por aqueles que receberam elétrons. A concretização do entendimento sobre a razão de formar uma substância por este processo de interação advém da explicação de que, com a doação e aceção de elétrons, os átomos partícipes tornam-se eletricamente positivos e negativos, respectivamente, tendo como consequência o estabelecimento de uma atração entre eles, segundo o princípio da eletrostática. Este modelo enfatiza ainda o fato de que as últimas camadas eletrônicas relativas aos dois íons apresentam oito elétrons.

Figura 1 - Modelos didáticos com significação tátil relativos à constituição estrutural do átomo e estratégia de ligação iônica



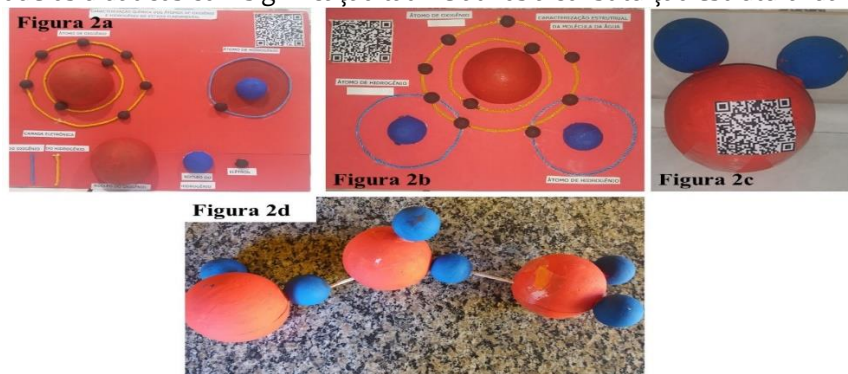
Fonte: Arquivo dos próprios autores.

(4) O quarto modelo perspectiva uma caracterização dos átomos formadores da molécula de água, referindo-se ao oxigênio e hidrogênio. Enfatiza-se neste modelo que, concordante com o número de elétrons na última camada, verifica-se que ambos os átomos concorrem por obter esta subpartícula para observarem a regra do octeto. Além disso, destaca-se que no caso do hidrogênio, a mencionada estabilidade é atingida com a aquisição de um único elétron, pelo fato do mesmo apenas ter a camada “K”, semelhantemente ao hélio, o gás nobre que lhe é mais próximo. Conjugadas as informações, introduz-se neste modelo outra modalidade estratégica de interação entre os átomos, falando-se em ligação covalente (Figura 2a).

(5) O quinto modelo apresenta diretamente a interação covalente realizada entre os átomos de oxigênio e hidrogênio, no processo de formação da molécula de água (Figura 2b). Com a finalidade de demonstração do compartilhamento de elétrons, estrategicamente, as camadas eletrônicas dos dois tipos de átomos partícipes foram produzidas por materiais distintos com a meta de gerar percepção tátil da região em que há a intersecção das órbitas concernentes para o compartilhamento do par de elétrons.

Nesta temática foi abordado ainda que neste par há contribuição unitária de cada participante, justificando a necessidade de dois átomos de hidrogênios para a formação da molécula de água. Menciona-se ainda que, visando o entendimento de propriedades da água posteriormente, foi introduzido a noção de que o compartilhamento dos elétrons entre o oxigênio e o hidrogênio realiza-se de forma desigual, criando regiões distintas em termos de carga elétrica na molécula de água. Neste sentido, este modelo é aproveitado para relatar que a região do oxigênio é, por convenção, parcialmente negativa, enquanto a região onde se situa o hidrogênio é parcialmente positiva.

Figura 2 - Modelos didáticos com significação tátil relativos à constituição estrutural da molécula de água



Fonte: Arquivo dos próprios autores.

(6) O sexto recurso configura-se em um modelo tridimensional tátil, planejado para a percepção quanto à interação de três moléculas de água por meio de ligações hidrogênio, representadas por varetas encobertas por um canudo que conecta duas destas moléculas (Figura 2c-d). Este modelo perspectiva a consequência do compartilhamento desigual dos elétrons no processo de formação de uma ligação intermolecular em que o lado positivo de uma molécula de água é atraído pelo lado negativo da outra molécula de água, tendo como resultado, suas aproximações. Este conceito explica, direta/indiretamente, propriedades da água como coesão, adesão, capilaridade, além de justificar o porquê de a água apresentar um elevado ponto de ebulição. Neste sentido, a lógica subjacente no processo de elaboração de uma sequência de recursos que aborda desde a caracterização estrutural dos átomos até a formação da molécula de água e, em seguida, seu inter-relacionamento, justifica-se no intuito de gerar uma subsunção cognitiva para a compreensão de propriedades posteriores, referindo-se ao comportamento da água como solvente universal (guardados os devidos limites da utilização do termo “universal”), capacidade de condução elétrica em meio aquoso, e sobre o mecanismo de intervenção do fornecimento/privação de energia térmica para haver a conversão dos estados físicos entre si.

(7) O sétimo recurso didático (Figura 3b-c prancha da densidade) constituiu-se de numa prancha que trata do assunto densidade, explicando o comportamento em termos de flutuabilidade dos objetos imersos em água. Nesta prancha didática foram registrados três sistemas táteis que exigiam exercício de relação posicional por elementos pares e neste sentido, a gestão no processo de mediação com os alunos que apresentam impedimentos visuais, requeria a conscientização prévia de um código tátil para a gênese e apreensão do conhecimento.

Caracterizando, o primeiro sistema (Figura 3b) considera o comportamento específico de dois objetos de mesmo volume imersos em um mesmo líquido (Figura 3a). No contexto de expressão tátil, registra-se que o líquido (água, por exemplo) foi representado por um folheto emborrachado comum (EVA), ocupando dois compartimentos contíguos delimitados por barbante tratado com tinta acrílica para promoção de reconhecimento da delimitação por texturização. Especificamente no primeiro compartimento, uma semiesfera de isopor foi alocada numa região próxima ao fundo do compartimento, enquanto que no subsequente contíguo, uma outra semiesfera

de semelhante constituição e volume foi posicionada próxima à superfície. Neste sentido, podia-se explorar a inter-relação das variáveis que definem a densidade, referindo-se à quantidade de massa e volume: Ao perceber que objetos de mesmo volume podem apresentar comportamentos distintos quando mergulhados em um líquido, o requerimento de outro fator na determinação deste comportamento é um raciocínio lógico iminente.

Estrategicamente, ao detectar a assertividade em termos de percepção sobre os posicionamentos e relação do volume pelos educandos, espera-se que o docente introduza que toda matéria apresenta não somente um volume, mas certa quantidade de massa que é distribuída nesse volume e que objetos com volumes equivalentes podem apresentar quantidades de massa distintas. Apresenta-se então o conceito de densidade, pontuando-a como uma grandeza que resulta da relação entre a massa de um objeto e o volume que ele ocupa.

Esse sistema impresso tátil numa plataforma que denominamos de prancha é reproduzido num experimento simples em que se utiliza uma esfera de isopor e outra de vidro de mesmo volume, mergulhando as duas em potes cheios de água (Figura 3a). Assim, como um complemento e uma perspectiva de promoção da cognição por exploração multissensorial, pode-se requerer que os educandos explorem os sistemas reais, mergulhando suas mãos na água de dois potes que apresentam as referidas esferas constituídas de isopor ou vidro.

Figura 3 - Modelos didáticos com significação tátil relativos ao estudo da influência da densidade no comportamento dos objetos imersos em água quanto à flutuabilidade



Fonte: Arquivo dos próprios autores.

Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual

O segundo sistema (Figura 3b) presente nesta prancha refere-se à construção de dois compartimentos contíguos, à semelhança do primeiro sistema, com a diferença de num deles ser utilizado um EVA texturizado com glitter e no outro EVA comum, indicando que se trata de líquidos distintos.

Os objetos nestes sistemas, referindo-se à semiesferas de isopor, apresentam o mesmo volume e quantidade de massa, sendo que no primeiro compartimento a referida semiesfera está situada na parte mais inferior, enquanto no outro compartimento, encontra-se posicionada na parte mais superior, indicando que é o líquido que influencia no comportamento da flutuabilidade deste objeto.

Este sistema objetiva explicar a influência da densidade do líquido na flutuabilidade dos objetos imersos, sendo reproduzido, experimentalmente, com a montagem de um aparato metodológico que consiste em colocar ovos em dois copos transparentes, inicialmente contendo água, sendo que em um deles, adiciona-se sal progressivamente, alterando a densidade do líquido, resultando na flutuabilidade do ovo. Finalmente, o terceiro sistema (Figura 3c) consiste em um compartimento que apresenta um emborrachado na porção inferior e velcros paralelos na superfície, representando dois líquidos imiscíveis com densidade distintas, objetivando estimular a cognição perceptual tátil de que o líquido menos denso forma camadas em níveis superiores, enquanto os mais densos formam camadas em níveis inferiores, à semelhança de experimentos que forma torre líquida ou mistura de água e óleo.

Ainda no contexto de produção dos recursos didáticos, menciona-se que em todas as pranchas foram implementados indicadores descritos em Braille, fonte tipo APHont™ tamanho 24 respectiva à necessidade educacional específica do estudante de baixa visão e um código gerado pelo sistema QR code por audiodescrição dos elementos de significação tátil, além das correlações dos elementos referências entre sistemas com compartimentos contíguos, como explicado anteriormente.

Quanto ao delineamento metodológico dos módulos e as metas de aprendizagem cognatas foram processados respeitando o arquétipo lógico expresso no Quadro 1.

Menciona-se que o desenvolvimento do projeto privilegiou o protagonismo dos discentes como observado nas seguintes intervenções: (a) Inicialmente, foram verificados os perceptos que interferiram negativamente na estética tátil, seja por serem potencialmente lesivos ou por comunicarem de forma insuficiente a informação científica

que lhes eram cognatas. Neste aspecto, a exposição dos modelos aos alunos preconizava essas observações, sendo as sugestões de melhorias proferidas pelos discentes, elementos catalizadores para revisões de ordem retificadoras dos modelos produzidos (Figura 4b-4f).

Figura 4a-f – Processo de produção de modelos com significação tátil sobre a constituição molecular da água e noções de hidrostática



Fonte: Arquivo dos próprios autores.

Quadro 1 - Caracterização da Sequência Didática desenvolvida para os alunos deficientes visuais

MÓDULO	OBJETIVO	ATIVIDADE	RECURSOS DIDÁTICOS/PROCEDIMENTO
Módulo 1 - Apresentação do tema Água e verificação de conhecimento prévio.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Apresentação do tema, abordando a importância quanto da água para sobrevivência e a sua escassez de água própria para o consumo. ■ Verificação do capital intelectual prévio em relação ao conhecimento científico sobre o tema Água. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Este encontro subdividiu-se em dois momentos: O primeiro foi reservado para apresentação do tema, permitindo os alunos pronunciarem-se livremente quanto às suas percepções e informações acumuladas sobre o assunto. No segundo momento, os alunos foram submetidos a uma sondagem diagnóstica por meio de aplicação de um questionário contendo conteúdos-chave sobre o assunto, para certificação de conhecimentos prévios. 	<p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Um questionário impresso em Braille, produzido por meio da utilização do software Braille fácil para aluno com deficiência visual completa, ou versão impressa digitalizada com fonte tipo APFont™ tamanho 24 para aqueles com baixa visão.
Módulo 2 - Interação com MDs produzidos relativos à configuração estrutural dos átomos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Demonstrar uma caracterização estrutural dos átomos, explicando os mecanismos de gênese das substâncias e moléculas pela 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Apresentação aos alunos do modelo tátil relacionados os perceptos constituintes com os conhecimentos científicos a respeito do átomo. A exposição teórica dos conteúdos 	<p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Modelo didático com significação tátil relativo à constituição estrutural do átomo (Figura 1 a-b). <p>Procedimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Prática 1 (Caracterização estrutural dos átomos com ênfase no núcleo) - Promover Interação com o modelo tátil com a

*Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva
objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual*

	<p>interação entre os átomos, apontando a partícula subatômica responsável pela interação.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Enfatizar o conceito de camada de valência e seu significado na participação das interações interatômicas. ■ Promover aquisição de conhecimento por meio de processamento perceptual tátil. 	<p>científicos é realizada concomitante à apresentação e interação com os modelos de significação táteis produzidos.</p>	<p>finalidade de apreensão do código tátil estabelecido. Após a certificação da familiarização, enfatizar as características das regiões que compõem o átomo, evidenciando o núcleo e a importância das subpartículas nucleares, os nêutrons e os prótons (Figura 1a).</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Prática 2 (Caracterização estrutural dos átomos com ênfase na eletrosfera) – Esta segunda parte deve ser dedicada a apresentação da eletrosfera e a importância das subpartículas nelas presentes, os elétrons. Neste momento, deve-se devotar atenção a respeito à importância da última camada e a regra do octeto.
<p>Módulo 3 – Caracterização da ligação iônica</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Demonstrar o processo de formação de substâncias por intermédio de ligação iônica. ■ Enfatizar a estratégia de transferência de elétrons no processo de formação das substâncias por ligação iônica entre os átomos. ■ Abordar o conceito de íon, demonstrando como exemplificação a interação entre os átomos de sódio e cloro. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Exercitar um reconhecimento inicial do modelo para apreensão do código tátil. Demonstrar as características dos átomos de sódio e cloro no estado fundamental, enfatizando a quantidade de elétrons da última camada, contextualizando essa informação com a “regra do octeto”. ■ Explicar aos alunos os fatores determinantes para a efetivação da ligação iônica, incluindo o fato de haver o encontro entre átomos competentes a receber elétrons e aqueles propensos a doá-los, introduzindo o conceito de eletronegatividade. ■ Identificar as principais modificações verificadas nos átomos partícipes da interação iônica no processo de formação do cloreto de sódio, após a transferência de elétron do sódio para o cloro. Demonstrar o conceito de íons e enfatizar que a formação do cloreto de 	<p>Material:</p> <p>Prancha com um modelo bidimensional relativo aos átomos de sódio e cloro. Prancha com um modelo bidimensional relativo aos íons de sódio e cloro.</p> <p>Procedimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Prática 1: Promover interação tátil com o modelo bidimensional da prancha que aborda a caracterização dos átomos de sódio e cloro no estado fundamental, fomentando a apreensão do código tátil vigente. ■ Explicar neste processo, que a interação iônica decorre da necessidade de um átomo eletronegativo de obter elétron, removendo-o de um outro átomo com tendência a doá-lo. ■ Prática 2: Promover o reconhecimento tátil dos íons sódio e cloro, utilizando a prancha especificamente criada com esta finalidade. Orientar o aluno a verificar o estado da última camada em termos de quantidade de elétrons. Assim, o docente deve evidenciar que, após a transferência de elétron do sódio para o cloro, ambos terão oito elétrons na última camada. Finalmente, abordar que o cloreto de sódio resulta da atração eletrostática resultante da carga elétrica destas partículas, contextualizando que o íon sódio apresenta carga positiva, pois doou elétron para o cloro, e este, torna-se negativo por ter recebido elétron.

		sódio resulta da interação eletrostática entre os íons sódio e cloro.	
Módulo 4 – Caracterização do processo de formação da molécula de água pela ligação covalente e formação de pontes de hidrogênio.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Explicar a caracterização da ligação covalente, no contexto das condições pertinentes ao compartilhamento de elétrons. ■ Demonstrar o processo de formação da molécula de água. ■ Pontuar o fato da desigualdade do compartilhamento de elétrons e as consequências no processo de formações de ligações de pontes de hidrogênio. ■ Demonstrar a associação entre o compartilhamento desigual de elétrons de certas propriedades da água como coesão, adesão, capilaridade, atuação como solvente e elevação do ponto de fusão. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inicialmente, promover exploração dos modelos bidimensionais referentes aos átomos de oxigênio e hidrogênio em seus estados fundamentais e após efetivarem o compartilhamento de elétrons, fomentando a apreensão do código tátil. ■ Promover interação com o modelo tridimensional relativo a interação de três moléculas de água por meio de pontes de hidrogênio. 	<p>Material:</p> <p>Modelo didático bidimensional com significação tátil, relativo aos átomos de oxigênio e hidrogênio em seus estados fundamentais; Modelo didático bidimensional com significação tátil, relativo ao processo de formação da molécula de água, pós interação covalente entre os átomos de hidrogênio e oxigênio; Modelo tridimensional relativo às moléculas de água conectadas intermolecularmente por meio de pontes de hidrogênio.</p> <p>Procedimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Prática 1: Inicialmente, estimular o aluno a reconhecer o código tátil estabelecido convencionalmente e expresso na legenda tátil dos modelos em questão. Posteriormente, promover interação tátil com a prancha didática, contendo os átomos de oxigênio e hidrogênio em seus estados fundamentais. Enfatizar que as camadas eletrônicas do átomo de hidrogênio e do átomo de oxigênio apresentam textura diferentes, conforme descrito na seção 3.2.3. Estimular a exploração tátil no âmbito das camadas eletrônicas, no sentido de observação da quantidade de elétrons na camada de valência. Subsequentemente, advertir para o fato de que se trata de dois átomos que necessitam ganhar elétrons. ■ Prática 2: Estimular os alunos a explorar taticamente a segunda prancha que aborda a interação covalente experimentada pelos átomos oxigênio e hidrogênio, no processo de formação da molécula de água. Orientar dialogicamente, o reconhecimento tátil da área na qual as órbitas interseccionam-se, mostrando o par de elétrons que é compartilhado por estes dois átomos o que caracteriza a ligação covalente. Finalmente, explicar que este compartilhamento é desigual e que neste sentido, há a formação de regiões com cargas distintas na molécula de água, sendo a região do oxigênio negativa e a região do hidrogênio positiva. ■ Prática 3: orientar o estudante a perceber o estabelecimento do código tátil relativo a distinção entre perceptos que representariam as moléculas de águas, incluindo o átomo de oxigênio e hidrogênio, além das pontes de hidrogênios que interconectam as moléculas de água. Enfatizar que o lado positivo de uma

*Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva
objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual*

			molécula interage e se liga ao lado positivo da outra, correspondendo, respectivamente ao oxigênio e hidrogênio.
Módulo 5 – Densidade	<ul style="list-style-type: none"> ■ Introduzir o conceito de densidade, estudando o comportamento do objeto em meio líquido quanto à flutuabilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Promover interação com a prancha relacionada à densidade que está organizada em sistemas, cuja apreensão do conhecimento realiza-se por meio de comparabilidade entre os eventos registrados taticilmente. 	<p>Material</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Prancha didática relacionada à densidade (Figura 3a -c) <p>Procedimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Prática 1 <p>A prancha está organizada em três sistemas de análise: No primeiro aborda-se o comportamento de um objeto de mesmo volume e quantidades de massas distintas, num mesmo líquido. Para apreender a influência da densidade do objeto no comportamento do objeto submerso no líquido, deve-se orientar o aluno a perceber as posições que estes objetos ocupam no primeiro sistema que está organizado em dois compartimentos contíguos (delimitados por barbante) tratando-se do mesmo líquido. Deve ser suscitado o conceito de densidade como relação entre massa e volume do objeto e a noção de que a variação da massa é diretamente proporcional à variação do volume, enquanto o volume tem uma relação proporcionalmente indireta. Neste caso, como os volumes são idênticos, o aluno deverá perceber que aquele que tem maior quantidade de massa, terá maior densidade, afundando. Neste caso, deve-se abordar ainda que para um objeto afundar ou flutuar a densidade dele deve ser maior ou menor do que a do líquido em que ele está submerso, respectivamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Prática 2 <p>Converge a análise do comportamento do mesmo objeto em líquidos com densidades diferentes no sistema 2 (localizado intermediariamente na prancha). O padrão esquemático da impressão tátil é semelhante ao do primeiro sistema: trata-se de dois compartimentos, delimitados por barbantes, apresentando líquidos distintos, caracterizados taticilmente por EVAs com texturas diferentes. Neste caso, o aluno deverá perceber esta distinção e comparar a posição do objeto nos dois compartimentos, percebendo que os mesmos têm o mesmo volume, e que portanto, no compartimento em que ele está na posição mais superficial, há uma relação direta com o fato da densidade do líquido ser maior que a do objeto.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Prática 3 <p>O terceiro sistema aborda o comportamento esperando para mistura de líquidos imiscíveis. O aluno deve explorar o</p>

			compartimento, identificando a distinção dos líquidos pela textura. Posteriormente, deve ser transmitido que líquidos menos densos ocupam posições mais próximas à superfície, enquanto os líquidos mais densos ocupam posições mais ao fundo.
Módulo 6 – Avaliação.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verificar a promoção da aprendizagem a fim de ambos, detectar deficiências ou insuficiências no processo cognitivo e promover melhorias no material em futuras aplicações da SD. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Apresentação aos alunos de todos os modelos trabalhados nas aulas anteriores, solicitando que eles os identifiquem, por meio de correlações, quanto suas estruturas componentes e de forma global, discutindo ainda suas funções e suas participações no processo de constituição de uma substância por interação iônica e uma molécula, como no caso da água. 	<p>Materiais: Todos os modelos tãteis apresentados na SD.</p> <p>Procedimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Prática 1: Reapresentação dos modelos aos alunos de forma individual e nesta ordem: modelo atômico, pranchas didáticas bidimensionais que replicam a interação iônica, considerando os átomos de sódio e cloro; pranchas didáticas bidimensionais que demonstram a caracterização dos átomos de oxigênio e hidrogênio, bem como a interação covalente estabelecida por eles no processo de formação da água; apresentação do modelo tridimensional das moléculas de água ligadas por pontes de hidrogênio; a prancha didática relativa ao subtema densidade. Concomitante à reapresentação, verificar a coerência científica nas explicações dos alunos, e de entendimentos equivocados reproduzidos ou não pelos participantes, para correlação com necessidades de mudanças dos materiais. ■ Prática 2: Como um processo de inserção dos estudantes a um programa de iniciação científica, estes foram estimulados a atuarem como monitores, sendo agentes comunicadores do conhecimento adquirido a pares em outros NAPNES do Colégio Pedro II, além de participarem em Jornada pedagógica para apresentação da própria SD produzida, na posição de comunicadores autônomos do saber científico adquirido por meio da demonstração dos modelos. Sugestiona-se o processo de inclusão científica dos alunos com deficiência visual, estimulando-os a participarem em feiras científicas ou outros eventos à semelhança do processo aqui apresentado.

(b) Além disso, os educandos foram responsáveis por implementar um artifício que aumentasse a eficiência quanto à autonomia de acesso e ativação do código de autonarração, consistindo na sugestão de delimitar com um barbante, a área em que se localiza o código, referenciando-a para focalização da câmera. (c) Em respeito ao processo de avaliação sobre a eficiência da Sequência Didática e dos recursos pedagógicos com significação tátil produzidos, este foi executado num módulo próprio em que uma

Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual

exposição em sequência dos modelos era apresentada aos alunos com o propósito deles identificarem os perceptos e explicarem suas correlações científicas. (d) finalmente, os alunos participaram de atividades de monitoria, em que eram trasladados para NAPNES de outros Campi para explicar os modelos para outros alunos com impedimento visual. O reconhecimento de seus protagonismos foi consubstanciado por ingresso a um programa de Iniciação Científica Júnior, além de participarem de eventos pedagógicos em que atuaram como transmissores de conhecimentos numa comunicação científica, tendo os modelos como insumos para a exposição de seus estudos (Figura 5a-f participação dos estudantes como mediadores monitores e na jornada pedagógica).

Figura 5a-f - Processo de iniciação científica inclusiva



Fonte: Arquivo dos próprios autores.

Conclusão

Reconhecendo que a Educação Científica, enquanto agência de interface entre os produtores de conhecimento e sociedade num contexto de escolarização, recobre-se de importância por viabilizar a difusão de conhecimentos indispensáveis ao pleno desenvolvimento do cidadão contemporâneo, corroborando para promoção da equidade, uma vez que nas sociedades científico-tecnológicas atuais há a exigência desta contextualização para a apropriação dos bens sociais, torna-se demanda urgente o desenvolvimento e implementação de políticas públicas que proponham a ministração das disciplinas correlatas num modelo crítico-social, capacitando o estudante a intervir ativamente em sua comunidade por não somente problematizar as informações técnicas que são apreendidas, mas igualmente por refletir e democraticamente intervir quanto aos

impactos sócio-ético-ambiental que as políticas e o desenvolvimento tecnológico imputam (DOS SANTOS, 2007; CUNHA, 2017).

Nesta perspectivação de letramento científico, pressupõe-se a efetivação de uma transposição didática condizente à realidade dos estudantes, valorizando suas heterogeneidades sociocognitivas, significando a geração de um ambiente de aprendizagem em que se verifica o compromisso de integração dos conteúdos ministrados e suas potencialidades no diagnóstico, prognóstico e remediações de problemas persistentes nas comunidades em que os estudantes residem (CACHAPUZ., 2005; DOS SANTOS, 2007).

Equivocadamente, observa-se a compreensão de que a promoção da acessibilidade aos conteúdos curriculares, considerando estudantes com impedimento visual, são cumpridas com a simples concepção de recursos didáticos adaptados que, mesmo concordantes às necessidades educacionais específicas secundárias ao impedimento supracitado, não são projetados num contexto de um projeto de vigilância no que diz respeito à responsabilidade do educando quanto a indicadores de promoção a uma efetiva cognição, mesmo sendo preconizado um Plano Educacional Individualizado (MIRANDA, 2015; ZIESMANN, 2018; ARAÚJO, 2019).

Isto resulta da necessidade primária de resolver tensões quanto à ausência completa de recursos e de estratégias metodológicas suplantadoras das barreiras imposta pela deficiência, propriamente, desvinculadas ainda das heterogeneidades em relação às necessidades subjetivas resultantes de vivências e processos de escolarização distintos inerentes a este grupo discente.

Conjugado a esta problemática, verificam-se impedimentos atitudinais, uma vez que majoritariamente, os docentes de instituições regulares de ensino não participaram dos debates quanto à inclusão em seus processos de formações, reproduzindo práticas pedagógicas sob parâmetros essencialmente visuocêntricos, mesmo sob transcrição em Braille no caso dos estudantes com deficiência visual, além da inflexibilidade curricular de caráter pragmático, especialmente aos conteúdos vinculados à área de Ciências da Natureza que são imanentemente imagéticas e hegemonicamente transmitidas num contexto de lógica matematizante e de verdades destituídas de significado quanto à vivência dos educandos (CAMARGO, 2012; MIRANDA, 2015; ZIESMANN, 2018; ARAÚJO, 2019).

Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual

Assim, para prevenir a exclusão dos estudantes com impedimentos visuais dos conteúdos de Biociências (incluindo Biologia e Ciências Naturais) por serem essencialmente dependente de uma linguagem imagética, modelos didáticos com significação tátil emergem como instrumentos capazes de subsidiar um potencial processo de apreensão dos conhecimentos científicos, por atuar como um simulacro da organização estrutural de um constituinte biológico ou de um fenômeno, sendo que neste último caso, por meio do registro de eventos em sequências de forma tátil (MENIN, 2017).

Sobre as premissas em termos de concepção de tais modelos, optou-se pelo *design* com foco no relacionamento (DISCHINGER; KINDLEIN, 2010), significando que além do compromisso com uma representação correlata entre o constructo didático e a estrutura biológica caracterizada, os conceitos foram perspectivados com foco na construção de uma espécie de vínculo por identificação, subentendendo que os usuários não interagem simplesmente com os constructos prontos a priori a partir de uma perspectiva do docente, mas com os significados que emergem a partir de uma inter-relação orientada dialogicamente com eles.

Neste aspecto, a produção destes recursos previa espaços para exposição aos estudantes usuários que interferiam, quanto à melhoria em termos de estética tátil, sugerindo modificações dos materiais utilizados quanto a texturas e promoção de sensações desagradáveis ou por ainda serem potenciais causadores de lesões no processo de manipulação.

Quanto à estratégia pedagógica de interação com os modelos, inicialmente preconizava-se um reconhecimento dos elementos componentes de forma descompromissada, requerendo-lhes que relatassem suas percepções (identificando formas, tipo de textura, se eram de madeira, metal, etc.). Prosseguia-se para uma análise global para percepções com foco em relações de quantidade, possíveis modificações nas posições ocupadas, contrastes de tamanho, etc. Com este processo, há o respeito pela processividade da linguagem tátil quanto aos seu aspecto háptico que combina a captação de estímulos de forma focalizada e sequencialmente por rastreamento, gerando perceptos iniciais relativos às características dos elementos constituintes, avançando para identificação de um reconhecimento no contexto de apreensão do todo que é sintético, imediato e permanente no caso da visão.

Neste caso, reforça-se a estratégia estabelecida neste trabalho que permite a transposição dos fenômenos ocorrentes em um experimento, na forma de registro tátil: a representação dos eventos sequenciais sob a observância de um código previamente estabelecido, permite o estudante exercer comparações entre estes eventos de forma a verificar e identificar as alterações em termos de mudanças de posição e quantidade, podendo ser questionado a relação causa-efeito, mimetizando o processo de observação verificado nas experimentações. Isso efetiva a inclusão do estudante cego numa das etapas do processo de produção científica que é a investigação empírica neste caso pela exploração tátil. A limitação é dada por exigir que o docente implemente o registro de forma tátil, criando uma sequência pré-concebida, mas é possível que o aluno contextualizado com esta prática de rastreamento e identificação das alterações nos eventos em sequências, possam autonomamente construí-la dados os materiais e subsídios em termos de conhecimento sobre a temática.

Ainda no contexto dos materiais com significação tátil, outro destaque inovador refere-se a audiodescrição acionada por ativação do código digital, exigindo aplicativo correlato e câmera de telefone móvel: como anteriormente comentado, este recurso possibilita a consulta autônoma por ocasião da formação de uma espécie de repositório destes materiais numa sala de multirecurso, simulando uma biblioteca de materiais táteis. Com este artifício, este projeto cumpre duas observâncias estabelecidas na LBI, tratando-se da inserção do estudante nas TDICs e estimulação de sua autonomia no seu processo de inclusão educacional como prescrito a seguir:

Incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar: VI - pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas pedagógicas, de materiais didáticos, de equipamentos e de recursos de tecnologia assistiva. (BRASIL, LEI BRASILEIRA DE INCLUSÃO, Lei nº 13.146 de 6 de Julho de 2015).

Prosseguindo, destaca-se a escolha estratégica da Sequência Didática como eixo pedagógico arquitetônico do desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem: No Atendimento Educacional Especializado é perspectivado que os docentes interfiram inicialmente produzindo recursos acessíveis, investigando a eficácia destes consoante às necessidades dos educandos sob o princípio da singularidade (MIRANDA, 2015; ARAÚJO et al., 2019). As sequências didáticas, subentendendo o desenvolvimento de um projeto pedagógico constituído de módulos interconectados e contíguos que apresentam metas

Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual

de aprendizagem e espaço para avaliação quanto ao desenvolvimento cognitivo e da eficácia dos recursos e estratégias da própria sequência (UGALDE; ROWEDER, 2020) sobrepõe-se em termos de processamento e finalidade ao projeto de assistência no AEE, constituindo-se numa estratégia metodológica pertinente a ser desenvolvida com os estudantes alvos da Educação Inclusiva, sistematizando o processo de acesso aos conteúdos curriculares (IRINEU *et al.*, 2020).

Assim, considerando as informações supracitadas, o significado emergente neste projeto está no fato de promover uma Educação Científica Inclusiva por meio de uma transposição didática dos conteúdos numa linguagem tátil, seja em nível de caracterização estrutural ou de fenômenos prontamente captados por meios visuais em experimentações, além da valorização do protagonismo dos estudantes com deficiência visual, culminando suas eleições como partícipes de um processo de iniciação científica, incluindo execução de monitoria e participação como coautores e comunicadores dos modelos produzidos em um evento pedagógico de nível intrainstitucional.

Neste contexto, este trabalho torna-se referência em termos de apresentar um modelo de Educação Científica Inclusiva, considerando seus aspectos de produção na forma de pesquisa coprotagonizada por estudantes cegos, tanto no aspecto de desenvolvimento dos produtos educacionais quanto na difusão dos resultados obtidos.

Referências

ARAÚJO, Ilani Marques Souto; ALVES Liliâne Luz; PINTO, Francisco Ricardo Miranda PINTO; BEZERRA, Ilaneide Marques Souto. Atendimento educacional especializado e o ensino regular: interlocuções docentes com vistas à inclusão. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 441-452, mai/ago, 2019.

BONETI, Lindomar Wessler. O positivismo como fundamento epistemológico clássico das políticas educacionais e a institucionalização da prática escolar na contemporaneidade. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 395-418, 2014.

BRASIL, Lei 13.146 de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).

CACHAPUZ, António *et al.* (orgs). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMARGO, Eder Pires. **Ensino de Física e Deficiência Visual: dez anos de investigação no Brasil**. São Paulo: FAPESP, 2008.

CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico? **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, 2017.

DAMASCENO, Allan Rocha; CRUZ, Isabela Damaceno. Inclusão em educação e a formação de professores em perspectiva: entre velhos dilemas e desafios contemporâneos. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade-REED**, v. 2, n. 3, p. 71-88, 2021.

DISCHINGER, Maria do Carmo Torri; KINDLEIN, Junior Wilson. **Metodologia de análise da percepção tátil em diferentes classes de materiais e texturas para aplicação no design de produtos**. 2009, 166f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia, Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Design, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/17627>
<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/17627>. Acesso em: 02 ago. 2020.

DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, 2007.

FIGUEIREDO, Rita Vieira de Figueiredo, BONETI, Lindomar Wessler Boneti, POULIN, Jean-Robert. Da epistemologia clássica da educação à inclusão escolar: desafios e perspectivas. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 17, n. 53, p. 959-977, 2017.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. Philippe Meirieu: Fragmentos de uma conversa. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 03, n. 06, p.236-281, 2011.

GARCIA, Rosalba Maria Cardoso e Michels, Maria Helena Educação e Inclusão: equidade e aprendizagem como estratégias do capital. **Educação & Realidade [online]**. v. 46, n. 3, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-6236116974>>. Epub 10 Nov 2021. ISSN 2175-6236. Acesso em: 03 ago. 2022.

HWANG, J., CHOI, K.M., BAE, Y. et al. Do Teachers' Instructional Practices Moderate Equity in Mathematical and Scientific Literacy?: an Investigation of the PISA 2012 and 2015. **Int J of Sci and Math Educ**, p. 25–45, 2018.

IRINEU, Roberto da Silva; CARUZO, Xavier ANA LETÍCIA., DOS SANTOS, André Luciano Tato; BRAZ, Ruth Mariani. Desenvolvimento de sequência didática sobre o tema membrana plasmática como recurso didático-metodológico para promoção de aprendizagem de alunos cegos. **Vivências**, n. 16(31), p. 269-287, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v16i31.255>. Acesso em: 02 ago. 2022.

MATTOS, Carmen Lúcia Guimarães. O conselho de classe e a construção do fracasso escolar. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 215-228, 2005.

MEIRIEU, Philippe. **A Pedagogia entre o Dizer e o Fazer**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MENIN, Martha. **Educação inclusiva para alunos cegos: a utilização de modelos didáticos concretos no ensino de biologia**. 2017.

Desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica de Educação Científica Inclusiva objetivando o protagonismo e autonomia de estudantes com impedimento visual

MIRANDA, Theresinha Guimarães. Articulação entre Atendimento Educacional Especializado e o ensino comum: construindo sistemas educacionais inclusivos. **Revista Cocar**. Belém/Pará, Edição Especial, N.1, p. 81-100, 2015.

ROSE, David; MEYER, Anne. **Teaching every student in the digital age: Universal design for learning**. Alexandria, ASCD, 216 p., 2002.

MUSIS, Carlo Ralph; DE CARVALHO, Sumaya Persona. Representações sociais de professores acerca do aluno com deficiência: a prática educacional e o ideal do ajuste à normalidade. **Educ. Soc.**, v. 31, n. 110, p. 201-217, 2010.

UGALDE, MARIA CECÍLIA PEREIRA; ROWEDER, C. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. Educitec - **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 6, n. ed.especial, p. e99220, 2020. DOI: 10.31417/educitec.v6ied.especial.992. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/992>. Acesso em: 02 ago. 2022.

VIEIRA, Alexandro Braga et al. As contribuições de Meirieu para a formação continuada de professores e a adoção de práticas pedagógicas inclusivas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos [online]**, v. 101, n. 258, pp. 503-522, 2020.

VILLANUEVA, Mary; TAYLOR, Jonte, THERRIEN, William, HAND, Brian. Science education for students with special needs. **Studies in Science Education**. V. 48, p. 187-215, 2012.

ZERBATO, Ana Paula y MENDES, Enicéia Gonçalves. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. Educação. **UNISINOS [online]**, vol.22, n.2, p.147-155, 2018.

ZIESMANN, Cleusa Inês. **Inclusão, Experiências e práticas pedagógicas: O atendimento Educacional Especializado na Educação Básica na perspectiva de Vygotsky**. 183f. 02018. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Nota

ⁱ Assume-se que o Desenho Universal para Aprendizagem se constitui num princípio que objetiva a promoção da acessibilidade indistinta por preventivamente nos processos de concepção de estratégias e gestão executivas, eliminar impedimentos no contexto das soluções educacionais, considerando a heterogeneidade do espectro antropomórfico humano (Rose e Meyer, 2002; Zerbato e Mendes, 2018). Neste aspecto, a observância para a promoção do DUA requer comportamento investigativo e exercício de vigilância quanto à eficácia dos produtos e serviços concebidos, objetivando maximizar as oportunidades de aprendizagem para todos os estudantes, incluindo aqueles caracterizados como PAEE, considerando ainda as condições infraestruturais e arquitetônicas para que estas, propriamente, não se constituam com barreiras para a inclusão (ROSE; MEYER, 2002; ZERBATO; MENDES, 2018).

Sobre os autores

Roberto Irineu da Silva

Possui formação em Ciências Biológicas nas modalidades Bacharelado e Licenciatura. Possui mestrado em Biofísica, programa de Biologia Molecular, e Doutorado em Ciências, ambas as titulações obtidas pelo Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho – UFRJ. Além disso, possui título de mestre em Educação Inclusiva pelo Curso de Mestrado em Diversidade e Inclusão (UFF). Atualmente, exerce docência e pesquisa como estatutário no Colégio Pedro II, sendo professor credenciado como orientador no Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica. Vencedor do Prêmio Shell de Educação Científica (2019). E-mail: irineuroberto@cp2.g12.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4917-2949>

Ruth Maria Mariani Braz

Doutora em Ciências e Biotecnologia, do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense; Reconhecido o nível pela Universidade do Minho do doutoramento em ciências da Educação, realizando doutoramento sanduiche na Universidade do Porto. Especialista Lato Sensu em Educação Física Especial (Universidade Castelo Branco). Apresenta graduação em Licenciatura Plena em Educação Física pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Professora docente I - Secretária de Educação do Estado do Rio de Janeiro e professor do Curso de mestrado profissional em Diversidade e Inclusão da UFF. Coordenadora executiva do projeto Internacional Spread The Sign no Brasil e do núcleo de Inclusão Galileu Galilei. E-mail: ruthmariani@id.uff.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2224-9643>

Recebido em: 03/08/2022

Aceito para publicação em: 27/01/2023