

Abordagem do campo elétrico com o uso de maquetes táteis visuais

Approaching electric field with the use of visual tactile models

Acercamiento al campo eléctrico con el uso de modelos visuales táctiles

Rafael Oliveira Vargas de Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro [UFRRJ], Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil

 <http://orcid.org/0009-0003-2729-6761>

Rian Facundo

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro [UFRRJ], Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil

 <http://orcid.org/0009-0009-4501-5023>

Frederico Alan de Oliveira Cruz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro [UFRRJ], Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil

 <http://orcid.org/0000-0002-2612-3952>

E-mail de correspondência: frederico@ufrj.br

Recebido em: 03/01/2023 • Aceito em: 05/04/2023 • Publicado em: 28/04/2023

DOI: 10.12957/impacto.2023.72294

Resumo

O maior acesso de estudantes público alvo da educação especial e as mudanças sofridas pela sociedade na última década são grandes desafios para as escolas e professores. A maneira como os conteúdos eram abordados supunha que todos os estudantes apresentavam as mesmas condições para a aprendizagem, sem que novos recursos educacionais fossem utilizados durante as aulas. No entanto, em função do atual cenário, sem uma mudança na prática letiva haverá inúmeros insucessos escolares. Com base nessa realidade, neste trabalho, é apresentada uma proposta de abordagem do conceito de campo elétrico com o uso de maquetes tátil-visual para apoiar a aprendizagem de estudantes cego / baixa visão. Ao longo do texto são salientados pontos importantes que justificam o desenvolvimento - a partir de materiais simples e com custo acessível - e o uso desse recurso, seja para atender as demandas sociais de uma educação inclusiva ou como elemento para estabelecer um modelo concreto para qualquer estudante. Além disso, é apresentada pequenas sequências de ações que deverão ser adotadas pelo professor para que os estudantes utilizem corretamente os materiais e assim as possibilidades de aprendizagem sejam maximizadas.

Palavras-chave: educação inclusiva, campo elétrico, maquete tátil-visual, física.

Abstract

The greater access of students to the target audience of special education and the changes suffered by society in the last decade are major challenges for schools and teachers. The way in which the contents are addressed assumed that all students had the same conditions for learning, without new educational resources being used during classes. However, due to the current scenario, without a change in teaching practice there will be numerous school failures. Based on this reality, in this work, a proposal is presented to approach the concept of electric field with the use of tactile-visual models to support the learning of blind / low vision students. Throughout the text, important points are highlighted that justify the development - from simple and affordable materials - and the use of this resource, either to meet the social demands of an inclusive education or as an element to establish a concrete model for any student. In addition, small sequences of actions are presented that should be adopted by the teacher so that students use the materials correctly and thus the learning possibilities are maximized.

Keywords: inclusive education, electric field, tactile-visual model, physics.

Resumem

El mayor acceso de los estudiantes al público objetivo de la educación especial y los cambios sufridos por la sociedad en la última década son grandes desafíos para las escuelas y los docentes. La forma en que se abordaron los contenidos supuso que todos los estudiantes tuvieran las mismas condiciones para aprender, sin que se utilizaran nuevos recursos didácticos durante las clases. Sin embargo, debido al escenario actual, sin un cambio en la práctica docente habrá numerosos fracasos escolares. A partir de esta realidad, en este trabajo se presenta una propuesta para abordar el concepto de campo eléctrico con el uso de modelos táctiles-visuales para apoyar el aprendizaje de estudiantes ciegos/de baja visión. A lo largo del texto se destacan puntos importantes que justifican el desarrollo -a partir de materiales sencillos y asequibles- y el uso de este recurso, ya sea para atender las demandas sociales de una educación inclusiva o como elemento para establecer un modelo concreto para cualquier alumno. Además, se presentan pequeñas secuencias de acciones que debe adoptar el docente para que los estudiantes utilicen correctamente los materiales y así se maximicen las posibilidades de aprendizaje.

Palabras-clave: educación inclusiva, campo eléctrico, modelo táctil-visual, física

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o mundo tem sofrido mudanças significativas em relação ao clima, com variações que produzem impacto sob diversas comunidades em diferentes países, as tecnologias utilizadas nas diferentes tarefas diárias, sejam elas para a comunicação ou para utilização nas atividades laborais, e a grande mobilidade migratória. A questão central é que o modelo educativo utilizado não tem acompanhado essas mudanças, mantendo modelos de apresentação de conteúdos baseado na exposição oral e em recursos educacionais pouco interessantes para a atual geração de estudantes.

Outra questão é que a maneira, nomeada de tradicional, não atende as necessidades de uma sociedade que precisa de uma educação que permita o seu desenvolvimento sustentável em função dos diversos desafios presentes. Isso tem sido demonstrado pelos diversos documentos propostos e assinados por diferentes países ao longo dos últimos anos (OB, 2015; NUB, 2022), em que existe a indicação de que é necessário buscar estratégias que sejam transformadoras para todos os indivíduos.

Na Agenda 2030 proposta pela Organização das Nações Unidas em 2015 (NUB, 2022), o objetivo central é indicar ações que permitam um desenvolvimento com base na erradicação da pobreza e em consonância com a proteção ambiental. Entre as recomendações do documento, a educação é um dos postos-chaves, indicando no item quatro, denominado ODS 4, que os países devem “garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos” (NUB, 2022).

Para compreender efetivamente o significado de uma educação inclusiva é necessário destacar o termo inclusivo, que muitas vezes não é compreendido como uma ação fundamental para uma sociedade mais justa. Entre os significados do termo “inclusivo” destaca-se “que fornece iguais oportunidades ou recursos a pessoas que, de outro modo, seriam excluídas ou marginalizadas” (PE, 2022). Ao pensar numa educação inclusiva é possível expandir a ideia de que as escolas devem fornecer oportunidades ou recursos para que todos os indivíduos não sejam excluídos do processo formativo.

A questão é que, apesar dos esforços e das recomendações existentes, a inclusão tem ocorrido de maneira lenta. Isso ocorre em função de alguns elementos: i) a primeira delas é que nem sempre os recursos educacionais adequados estão disponíveis para a atividade letiva, situação associada a carência de existência de materiais pedagógicos em muitas escolas (BARROS, SILVA, COSTA, 2015); ii) quando existem os recursos os professores não sabem utilizá-los em função a uma formação

inadequada (CRUZ, 2020); iii) e o terceiro, que pode ser considerado mais significativo, é que muitos dos conteúdos apresentados durante as aulas não possuem recursos para sua abordagem (MATTOS, MIRANDA NETO, 2020).

A situação torna-se mais grave quando ela está relacionada ao ensino e aprendizagem de física, os estudantes chegam às escolas com informações que nem sempre são as mais adequadas para a explicação de um fenômeno como apresentado por Trindade (1998, p. 1/2): “as concepções dos jovens e o significado que atribuem aos termos do discurso científico não são desconexos, mas integram-se numa explicação coerente do mundo sob o seu ponto de vista. Naturalmente que essa explicação entra em conflito com a Física”. Mesmo após mais de duas décadas parece que o cenário não é muito diferente, como relatado por Barroso, Rubini e Silva (2018):

[...] apesar de todo o esforço desenvolvido na área de pesquisa em ensino de física desde os anos 1980, houve pouco impacto dos resultados no processo de aprendizagem. Mesmo com o conhecimento de que há dificuldades em modificar concepções presentes na estrutura cognitiva do aluno, os resultados são ainda muito impactantes e desanimadores. (ibidem, p. 22)

Na abordagem dos temas associados aos fenômenos em eletricidade e magnetismo, que exigem um grande processo de abstração para a compreensão dos conceitos por parte dos estudantes (CHAGAS *et al.*, 2014; LESSA, 2020), não é possível considerar que a aprendizagem poderá ser realizada apenas pela memorização de expressões matemáticas. No entanto parece haver, ao longo dos anos, a manutenção de um método que não atende às demandas do atual cenário escolar, sem que sejam utilizados recursos que possam contribuir para a aprendizagem dos conteúdos apresentados.

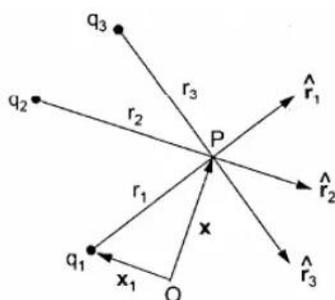
O PROBLEMA FÍSICO E A JUSTIFICATIVA PARA MUDANÇA

O conceito físico do campo elétrico, por exemplo, produzido por uma distribuição de cargas elétricas, é descrito nos livros didáticos de maneira pouco esclarecedora, como é possível observar em algumas fontes tradicionalmente utilizadas nos cursos introdutórios de Física. Em Nussenzeig (1997) a discussão do campo elétrico é iniciada pela apresentação de uma expressão matemática, para em seguida apresentar o seguinte texto: “uma distribuição de cargas no espaço vazio (vácuo) afeta todos os pontos do espaço, produzindo em cada um deles um valor do campo elétrico, e a carga de prova revela a existência deste campo pela força nela exercida” (ibidem, p. 15). A primeira figura associada (figura 1) ao tema aparece apenas duas páginas à frente para descrever, segundo a sua

legenda: "um campo de uma distribuição de cargas puntiformes num ponto P" (NUSSENZVEIG, 1997, p. 17).

Figura 1

Figura utilizada por Nussenzveig para descrever o campo de uma distribuição de cargas.



Fonte: Nussenzveig, 1997.

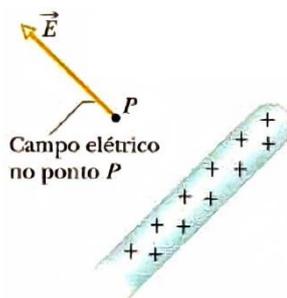
Em Walker (2012, p. 22) a definição do campo elétrico é apresentada da seguinte maneira:

O campo elétrico é um campo vetorial, já que consiste em uma distribuição de vetores, um para cada ponto de uma região em torno de um objeto eletricamente carregado, como um bastão de vidro. Em princípio, podemos definir o campo elétrico em um ponto nas proximidades de um objeto carregado [...] da seguinte forma: colocamos no ponto P uma carga positiva q_0 , chamada de carga de prova, medimos a força eletrostática F que age sobre a carga q_0 e definimos o campo elétrico E produzido pelo objeto através da equação (figura 2).

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (1)$$

Figura 2

Figura utilizada por Walker para explicar o conceito de campo elétrico.



Fonte: Walker, 2012.

Não é muito difícil perceber que o conceito possui pequenas variações e, independente do livro avaliado, quando existe alguma figura ela está associada a uma expressão matemática que relaciona o campo com a distância, mas sem que exista uma justificativa plausível para a sua

apresentação. Assim, o estudante é induzido a memorizar as relações matemáticas apresentadas e o fenômeno em si, torna-se irrelevante.

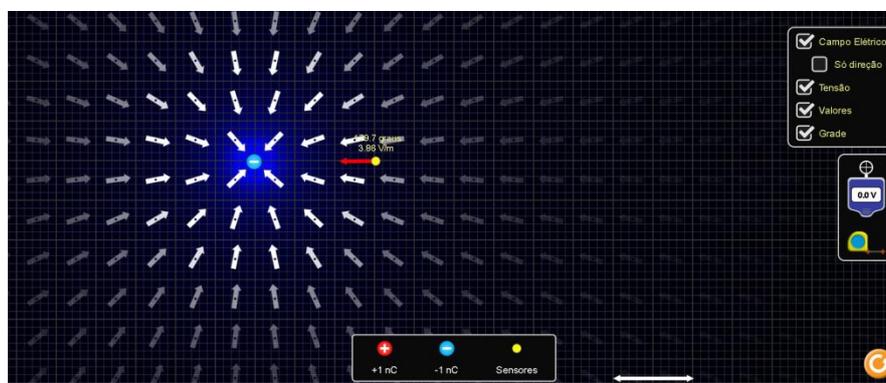
Uma possibilidade para que os estudantes possam interagir diretamente com o problema, permitindo criar modelos mentais que possam ajudá-lo em momento posterior em temas mais avançados, é pela utilização de recursos digitais educacionais (REDs), que estão disponíveis para computadores e smartphones. O portal PhET (UC, 2022), por exemplo, dispõe de simulações em diversas áreas de conhecimento, entre eles temas associados a fenômenos físicos comumente abordados nos programas curriculares em diversas realidades educacionais.

Entre os materiais disponibilizados no referido portal existe um denominado “Cargas e Campos” (DUBSON et al., 2022) no qual é possível colocar estruturas circulares esféricas numa certa região e avaliar: a intensidade do potencial elétrico, a direção e a intensidade do campo elétrico produzido (figura 3). Comparada com a realidade das imagens estáticas, dos livros didáticos e aquelas feitas pelos professores nos quadros (lousas) presentes nas salas, é realmente muito mais interessante para os estudantes.

Ao manipular a simulação o indivíduo perceberá que o campo elétrico associado a uma distribuição de cargas está em torno dela, exercendo força sobre qualquer outra carga e, conseqüentemente, podendo atraí-las ou repeli-las dependendo da sua característica. Considerações sobre relação do campo elétrico em função da distância deixa de ser abstrato e poderá ser percebido a partir de uma experiência (virtual), produzindo um impacto positivo que poderá favorecer a aprendizagem.

Figura 3

Imagem da simulação “Cargas e Campos” disponibilizada pelo portal PhET.



Fonte: Dubson *et al.*, 2022.

A questão é que no caso de estudantes cegos este recurso possui pouca utilidade, uma vez que eles não poderão interagir com a simulação e também não vão perceber os diversos itens apresentados por ela. Nessa realidade, caberá ao professor dispor de outros materiais que possam ser utilizados por indivíduos nessa condição. Entre as várias possibilidades os materiais táteis e táteis-visuais se mostram bastante importantes, sendo eles assim descritos por Camargo (2012):

Enquadram-se na conceituação desses materiais maquetes e objetos que, além de poderem ser vistos, podem também ser tocados e manipulados. Esses materiais referem-se aos equipamentos que estabelecem interfaces táteis e/ou tátil-visuais entre o conteúdo a ser informado e o receptor da informação. (*ibidem*, p. 54)

Esses materiais têm sido utilizados como apoio à aprendizagem de diversos temas, em diferentes áreas do conhecimento, como, por exemplo: física (CAMARGO, E. P. et al, 2008), matemática (VITA, KATAOKA, 2016) e geografia (BASSO, KREMPACKI, 2015), que segundo os pesquisadores apresentam bons elementos para a aprendizagem. Rizzo, Bortolini e Rebeque (2014) tiveram a seguinte percepção sobre o uso desse tipo de recurso:

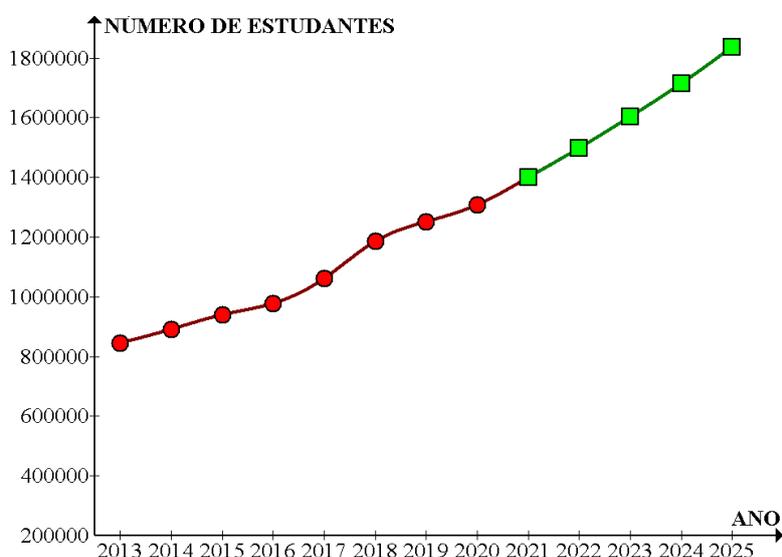
Em nosso trabalho, destacamos a viabilidade de desenvolver temas da Física, neste caso Astronomia, para alunos com deficiência visual por meio de materiais táteis-visuais [...] observamos que a didática multisensorial oferece condições para uma aprendizagem significativa dos alunos com deficiência visual sem trazer prejuízos para o aprendizado dos alunos sem deficiência visual. (*ibidem*, p. 202)

Baseado nessas informações, é factível considerar a utilização desse tipo de recurso educacional para realizar a abordagem do tema campo elétrico em turmas de ensino médio e também no ensino superior. No Brasil em 2016, segundo os dados do Censo da Educação Básica, existiam aproximadamente 76 mil estudantes cegos, surdo cegos ou com baixa visão (MEC, 2017). No entanto, pelo aumento do número de matrículas de indivíduos com necessidade educativa especial nas escolas ocorridas nos últimos anos (figura 4), é possível, em função das projeções existentes (CRUZ, 2020), que esse número seja superior aos 85 mil no ano de 2022.

Fica evidente a necessidade da utilização de outros recursos educativos para aumentar as oportunidades de aprendizagem dos estudantes cegos, como já ressaltado por Appleby, Edmonds e Watson (2019), que reforçam, a necessidade de apresentação do conhecimento científico para indivíduos com algum comprometimento visual deve ocorrer de diferentes maneiras. Apesar dos autores se referirem a um espaço informal de aprendizagem, a ideia pode ser expandida, sem qualquer constrangimento, para qualquer cenário e nível de formação.

Figura 4

Representação da evolução (●) e da projeção (■) do número de matrículas de alunos com NEE no Brasil



Fonte: INEP, 2020; EM, 2021.

MATERIAIS E APRESENTAÇÃO DAS MAQUETES CONSTRUÍDAS

A construção das maquetes foi baseada nas recomendações para criação de recursos didáticos, que sejam usados na realidade inclusiva, encontradas na literatura:

- permitir a inclusão de estudantes em diferentes condições (CRUZ et al., 2020);
- permitir o desenvolvimento da aprendizagem autônoma (CRUZ et al., 2020);
- possibilitar o trabalho em grupo (CRUZ et al., 2020).
- possuir cores e tons contrastantes, adequadas aos alunos com baixa-visão (HALLAIS, 2020);
- possuir texturas diferentes (HALLAIS, 2020);
- ser de simples manipulação (HALLAIS, CRUZ et al., 2018);
- utilizar materiais resistentes (HALLAIS, 2020).

Considerando todos os aspectos apresentados, para a construção das maquetes foram utilizados os seguintes materiais: cola bastão, cola de isopor, cola branca, bola de isopor de 45 mm, cartela adesiva de meia pérola, barbante, folhas de espuma vinílica acetinada (EVA) com diferentes texturas (figura 5), estilete, tesoura, régua, capas de caderno antigas e folhas de papel ofício brancas.

Figura 5

Alguns dos materiais utilizados na construção da maquete. (a) Da esquerda para direita: cola bastão, cola de isopor, cola branca, bola de isopor de 45 mm, cartela adesiva de meia pérola e barbante; (b) detalhamento das espumas vinílicas acetinadas (EVAs)

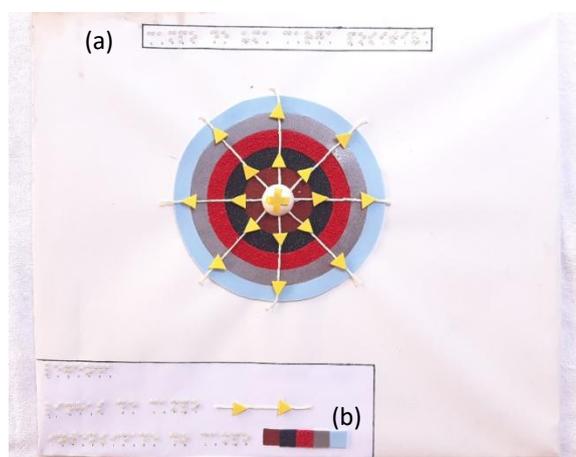


Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Com os materiais mencionados foram construídas quatro maquetes, duas delas que possam ser utilizadas para auxiliar estudantes cegos e baixa visão quando houver a discussão da representação do sentido e a intensidade do campo elétrico próximo de uma carga elétrica (positiva ou negativa) (figura 6). As outras duas foram produzidas para possibilitar a percepção do comportamento das linhas de campo quando duas cargas estão próximas (figura 7), em ambos os casos buscando ser um apoio no processo ensino-aprendizagem.

Figura 6

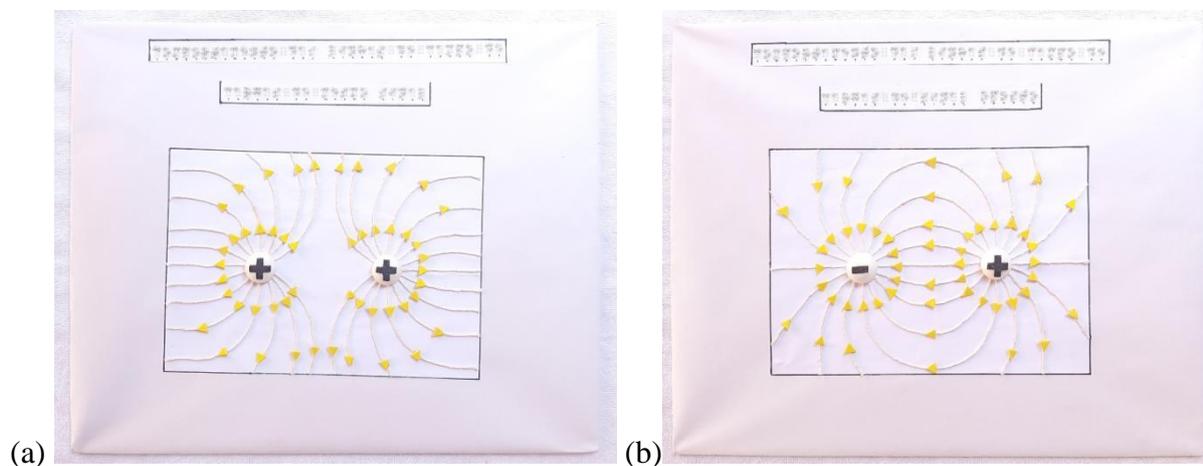
Maquetes construídas para representar as linhas de campo para uma carga positiva, contendo: (a) a identificação “campo elétrico” em na parte superior e (b) informações sobre os significados de cada parte, ambas em braille



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Figura 7

Maquetes construídas para representar as linhas de campo para na situação de proximidade entre: (a) cargas iguais e (b) cargas diferentes.

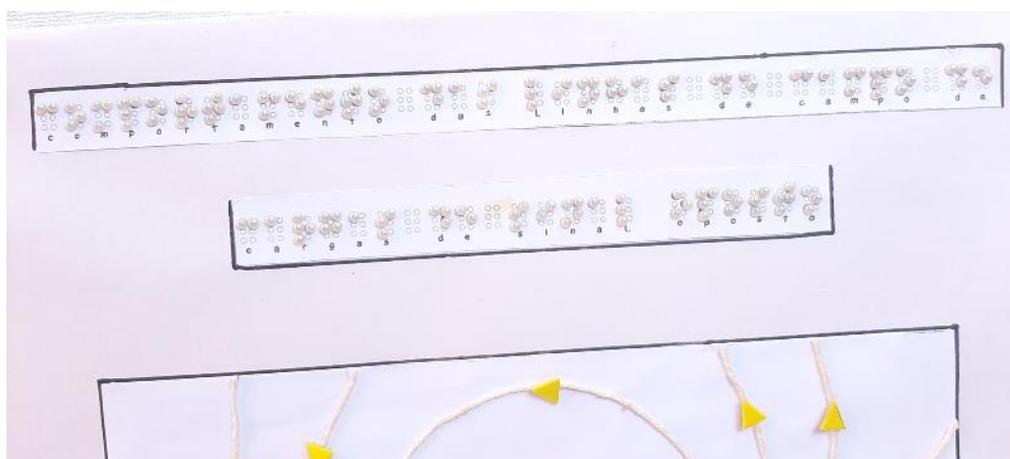


Fonte: Acervo dos autores, 2022.

As maquetes foram montadas numa base de madeira encapadas com cartolina e os termos físicos usados foram escritos em Braille utilizando uma ferramenta disponível na página web do projeto BrailerTranslator (SS, 2022). Pela impossibilidade de realizar a impressão deles por não haver acesso a uma impressora adequada, optou-se, como alternativa, utilizar adesivos de meia pérola para fazer relevo nas palavras (figura 8).

Figura 8

Detalhamento da escrita dos termos científicos em formato Braille em uma das placas, na qual está escrito; “comportamento das linhas de campo do campo de cargas de sinais opostos”.



Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Nas maquetes o barbante foi utilizado para demonstrar a direção da linha de campo, enquanto as folhas de EVA foram utilizadas para indicar o sentido do campo elétrico gerado por uma carga e para representar a intensidade do campo. A ideia foi utilizar as superfícies com texturas mais ásperas para indicar o campo mais intenso e mais lisas para um campo menos intenso. A justificativa para associar intensidade e aspereza baseou-se no fato dos estudantes perceberem mais elementos na superfície do material, ou seja, quanto mais pontos táteis, mais intenso é o campo naquela região do espaço.

PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DAS MAQUETES

As maquetes apresentadas neste trabalho foram desenvolvidas com objetivo de contribuir para o aprendizado das propriedades do campo elétrico, desde a diferença do comportamento das linhas de campo de cargas elétricas até o comportamento da intensidade em função da distância. Diferentemente das propostas tradicionais, aqui os estudantes cegos ou com baixa visão deverão ser estimulados a utilizar, junto da maquete, um roteiro de atividades, que podem ser seguidas de maneira autônoma ou numa atividade conjunta com outros indivíduos da classe, para explorar o recurso. Como sugestão para a utilização das maquetes devem ser realizadas um conjunto de atividades, a partir das etapas propostas por Carvalho (2014):

- recebimento do material pelo estudante, permitindo que ele identifique a maquete e se adapte a ela;
- sistematização do conhecimento do estudante, a partir de indagações sobre a percepção do estudante;
- registro do conhecimento, momento em que o estudante deverá anotar as informações associadas ao problema abordado.

Essas três etapas, que devem ser realizadas em sequência, são propostas a partir da ideia de que os estudantes devem criar uma referência para que ocorra a aprendizagem do conceito de campo elétrico. Como elemento exploratório os estudantes devem ser estimulados a realizar os seguintes procedimentos com as maquetes apresentadas nas figuras 5 e 6:

ATIVIDADE 1:

- Identificar o formato e a carga elétrica de cada uma das maquetes;

- Identificar as linhas e as setas da maquete com a carga positiva e com a carga negativa;
- Descrever se existe alguma diferença entre elas.

A ideia com essas três ações é que o aluno consiga compreender:

i. que o modelo mais simples adotado para uma carga elétrica é de formato circular quando representado em 2D e esférico quando representado em 3D;

ii. que as linhas de campo, numa para o modelo circular / esférico de carga, são de linhas concêntricas;

iii. que por convenção as linhas de campo de uma carga positiva são sempre direcionadas para fora, enquanto para as cargas negativas para dentro dela.

ATIVIDADE 2:

- Identificar a diferença de textura existente entre os anéis concêntricos coloridos;
- Estabelecer uma relação entre a aspereza e a intensidade do campo elétrico;
- Descrever como a intensidade do campo elétrico varia em função da distância.

Espera-se que esses procedimentos possam fornecer aos estudantes, cego ou não, subsídios para compreender que a ideia da intensidade do campo elétrico gerado uma carga elétrica varia com a distância, sem a necessidade realizar procedimentos matemáticos desconexos.

ATIVIDADE 3:

- Identificar se existe diferença no comportamento das linhas de campo quando duas cargas elétricas estão próximas;
- Identificar se há diferença na orientação das linhas de campo, comparadas a situação em que elas estão isoladas;
- Identificar se há ponto de cruzamento entre as linhas de campo;

Esse novo conjunto de ações deve permitir que:

i. os estudantes percebam que na situação onde existem cargas diferentes as linhas de campo são orientadas, partindo da carga positiva para a carga negativa.

ii. os estudantes percebam que quando as cargas são iguais às linhas de campo tem comportamento afetado pela presença da outra carga.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de uma maquete tátil visual tem como ideia contribuir para que o estudante compreenda que o campo elétrico muda com a distância da carga, a partir de uma estrutura de referência. Camargo (2022) expõem que:

As experiências empíricas que estabelecemos com o módulo ou a intensidade de força somente podem se dar pela observação tátil. Não podemos ver intensidade de força, ouvir intensidade de força, cheirar intensidade de força etc. [...] Interpretamos a intensidade de força como de significado indissociável de representação tátil. Sua direção e sentido possuem outro significado, o vinculado às representações visual e tátil. (*ibidem*, p.19/20)

É exatamente a partir da proposição acima que as maquetes foram construídas e podem ser consideradas úteis. Uma vez que a intensidade do campo (E) e da força aplicada (F) estão relacionadas pela equação (1) é possível relacionar a direção do campo - que pode ser para direita, para esquerda, para cima ou para baixo - a partir da ideia também expressa por Camargo (2022, p. 20): “para lá ou para cá (significado visual ou tátil)”.

Essa representação e posterior contato com a maquete é fundamental para que os estudantes cegos, ou não, possam criar um modelo mental do fenômeno, que será utilizado como parâmetro para aprendizagem. Como afirmado por Borges (1998):

Nossa habilidade em dar explicações está intimamente relacionada com nossa compreensão daquilo que é explicado, e para compreender qualquer fenômeno ou estado de coisas, precisamos ter um modelo funcional dele. O ponto chave da teoria é o de que o raciocínio humano se baseia em modelos mentais (BORGES, 1998, p. 11).

Por fim, pode ser passível de considerações se as dimensões dos anéis concêntricos deveriam ser menores, mas elas não devem ser percebidas como um problema que torna a maquete inutilizável. Deve-se lembrar que em qualquer situação no qual seja aplicado um recurso educativo deverá existir participação ativa do professor, contribuindo na indicação de como usá-la e/ou motivando a participação dos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) para a confecção deste trabalho e ao Prof. Dr. Eder Pires Camargo pelas sugestões apresentadas.

REFERÊNCIAS

- APPLEBY, R.; EDMONDS, C.; WATSON, R. Tactile Collider: A new approach to the communication of fundamental science to visually impaired people. *Research For All*, v. 4, n. 1, p. 16–32, 2020.
- BARROS, A. B.; SILVA, S. M. M.; COSTA, M. P. R. Dificuldades no processo de inclusão escolar: percepções de professores e de alunos com deficiência visual em escolas públicas. *Boletim - Academia Paulista de Psicologia*, v. 35, n. 88, p. 145-163, 2015.
- BARROSO, M. F.; RUBINI, G.; SILVA, T. Dificuldades na aprendizagem de Física sob a ótica dos resultados do Enem. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 40, n. 4, e4402, 2018.
- BASSO, C. V.; KREMPACKI, E. M. O uso da maquete no ensino da geografia: estudo do relevo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE GEOGRAFIA. 8., 2015. Catalão. Anais... São Paulo: AGB, 2015.
- BORGES, A. T. Modelos Mentais De Eletromagnetismo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 15, n. 1, p. 7-31, 1998.
- CAMARGO, E. P. Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física. São Paulo: Editora Unesp, 2012.
- CAMARGO, E. P. Ensino de física multissensorial. Campos dos Goytacazes: Encontrografia Editora, 2022.
- CAMARGO, E. P. et al. Como ensinar óptica para alunos cegos e com baixa visão. *Física na Escola*, v. 9, n. 1, p. 20-25, 2008.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequência de ensino investigativas. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014, p. 1-20.
- CHAGAS, J. F. B. et al. Ensinando eletrização dos corpos através de atividades experimentais. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE, 32., 2014. João Pessoa. Anais... São Paulo: SBF, 2014.
- CRUZ, F. A. O. Investigação em educação e a formação do professor: compromissos para o desenvolvimento inclusivo e sustentável. *APEduC Journal - Research and Practices in Science, Mathemat*, v. 1, n. 2, p. 178-185, 2020.
- CRUZ, F. A. O. et al. A criação de materiais para o ensino de ciências na realidade inclusiva: princípios e fundamentação. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. 18., 2018. Campos do Jordão. Anais... São Paulo: SBF, 2018.
- DUBSON, M. et al. Cargas e Campos, 2022. Disponível em: <<https://abre.ai/fpo8>>, Acesso em: 27 nov. 2022.

EM - Editora Moderna. Educação Especial/Inclusiva: Metas do PNE, 2021. Disponível em: <<https://abre.ai/fpM0>>, Acesso em: 28 nov. 2022.

HALLAIS, S. C. Validação de um instrumento para ensinar Centro de Gravidade para alunos com deficiência visual. 2020. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) - Pós Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2020.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sinopses Estatísticas da Educação Básica 2019, 2019. Disponível em: <<https://abre.ai/fpM5>>, Acesso em: 28 nov. 2022.

LESSA, J. L. M. Máquinas eletrostáticas no ensino fundamental: uma proposta educacional para motivar o ensino de física conduzida por uma aprendizagem sociocultural. 2020. 91 p. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Programa de Pós-graduação em Física, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2020.

MATTOS, L. J. G.; MIRANDA NETO, N. Considerações sobre a pesquisa em ensino de física inclusivo nos últimos 15 anos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO ESPECIAL / SEMINÁRIO CAPIXABA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA. 6./17., 2020. Vitória. Anais... Vitória: UFES, 2020.

MEC - Ministério da Educação. Grafia Química Braille para uso no Brasil é publicada pelo MEC, 2017. Disponível em: <<https://abre.ai/fpqG>>, Acesso em: 27 nov. 2022.

NUB - Nações Unidas Brasil. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, 2022. Disponível em: <<https://abre.ai/fpCX>>, Acesso em: 28 nov. 2022.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: 3 Eletromagnetismo. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

OB - ODM Brasil. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, 2015. Disponível em: <<https://is.gd/yiIqi>>, Acesso em: 28 nov. 2022.

PE - Porto Editora. Inclusivo no Dicionário infopédia da Língua Portuguesa, 2022. Disponível em: <<https://abre.ai/fpCq>>, Acesso em: 28 nov. 2022.

RIZZO, A. L.; BORTOLINI, S.; REBEQUE, P. V. S. Ensino do Sistema Solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 14, n. 1, p. 191-204, 2014.

SS - Spikerog SAS. BrailleTranslator.org: Free online Grade 2 Braille Translator, 2022. Disponível em: <<https://abre.ai/fpqu>>, Acesso em: 27 nov. 2022.

TRINDADE, J. A. Dificuldades na Aprendizagem de Física - Algumas Nota, 1998. Disponível em: <<https://abre.ai/fpV7>>, Acesso em: 29 nov. 2022.

UC - University of Colorado. Simulações Interativas para Ciência e Matemática, 2022. Disponível em: <<https://abre.ai/fp04>>, Acesso em: 27 nov. 2022.

VITA, A. C.; KATAOKA, V. Y. Construção de maquete tátil para a aprendizagem de probabilidade por alunos cegos baseada no design centrado no usuário. Revista Paranaense de Educação Matemática, v. 5, n. 9, p. 147-175, 2016.

WALKER, J. Fundamentos de Física: Halliday & Resnick - Eletromagnetismo. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.