

PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE ELETRICIDADE: CONEXÕES NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA DE UM PRODUTO EDUCACIONAL DIGITAL¹

COMPUTATIONAL THINKING IN ELECTRICITY TEACHING: CONNECTIONS IN THE DIDACTIC STRATEGY OF A DIGITAL EDUCATIONAL PRODUCT

Luiz Fabiano Lucas Araújo²

Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita³

Melquisedec Lourenço da Silva⁴

Resumo

O pensamento computacional pode ser compreendido como um conjunto de habilidades fundamentais aos cientistas da computação e de relevante papel na formulação e resolução de problemas relacionados às mais diversas áreas do conhecimento. No ensino-aprendizagem de física, é possível identificar algumas habilidades tratadas na literatura como pilares do pensamento computacional. Com o objetivo de estabelecer conexões com o estudo de conceitos de eletricidade, apoiamos em Griffiths (2011), Wing (2006; 2017) e Brackmann (2017). Para tanto, tomamos como objeto de pesquisa um produto educacional digital. Como resultado da análise realizada temos o estabelecimento de conexões importantes na estratégia didática da referida ferramenta de ensino-aprendizagem.

Palavras chave: Ensino de Eletricidade; Pensamento Computacional; Produto Educacional.

Abstract

Computational thinking can be understood as a set of fundamental skills for computer scientists and an important role in formulating and solving problems related to the most diverse areas of knowledge. In physics teaching-learning, it is possible to identify some

¹ O produto educacional analisado é resultado do trabalho de mestrado do primeiro autor deste artigo. Portanto, essa literatura pode ser compreendida como uma releitura de um recorte de sua dissertação. O download do produto educacional pode ser realizado por meio do link a seguir: <https://docente.ifrn.edu.br/melquisedecsilva/producao/eletrostatica/eletricidade-animada-e-interativa/view>. Por se tratar de um livro que carrega em suas páginas animações e questionários interativos, para poder realizar sua leitura é necessário o uso de um aplicativo destinado a leitura de livros em formato de publicação eletrônica (Formato EPUB).

² Doutorando em Ensino de Ciências e Educação Matemática pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

³ Professora do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba e do Programa de Pós-graduação Rede Nordeste de Ensino – RENOEN. Doutora em Educação pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

⁴ Professor titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Doutor em física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

skills treated in the literature as pillars of computational thinking. To establish connections with the study of electricity concepts, we rely on Griffiths (2011), Wing (2006; 2017) and Brackmann (2017). To this end, we took a digital educational product as our research object. As a result of the analysis carried out, we have established important connections in the didactic strategy of the teaching-learning tool.

Keywords: Electricity Teaching; Computational Thinking; Educational Product.

Introdução

Estamos vivenciando uma acelerada dependência do uso de computadores nas mais diversas atividades realizadas no dia a dia. Tais máquinas executam sequências lógicas anteriormente elaboradas. Esse é um contexto que elevará a demanda por pessoas que tenham habilidades necessárias à programação dessas ferramentas tecnológicas. Mesmo assim, o desenvolvimento dessas habilidades não possui um uso restrito a essas atividades. Elas também podem ser utilizadas para formular e resolver problemas dos mais diversos contextos.

Estamos tratando aqui sobre o que Wing (2006) descreve como pensamento computacional. Este corresponde a uma forma de nós humanos resolvermos problemas por meio de processos cognitivos que envolvem o uso de habilidades essenciais a cientistas da computação.

Em uma perspectiva educacional, França (2020) descreve que entre diversos desafios a implementação do pensamento computacional na sala de aula, está a necessidade de estratégias e materiais didáticos que contribuam com o seu desenvolvimento desde a educação básica. Sobre as potencialidades na aprendizagem de conteúdos da física, a autora também descreve o pensamento computacional como uma poderosa ferramenta para os físicos explorarem o universo e que a representação de suas teorias em equações, podem ser transformadas em algoritmos que permitam a realização de simulações, podendo os modelos colaborar numa compreensão refinada sobre os assuntos.

Compreender as habilidades e competências envolvidas nesses processos cognitivos é uma oportunidade de compreender aspectos relevantes de metodologias de ensino que se beneficiem do seu exercício e desenvolvimento. Além disso, a adaptação das atividades educativas ao exercício e desenvolvimento do pensamento computacional pode contribuir diretamente para lidar com demandas advindas do desenvolvimento tecnológico da sociedade.

Em trabalho recente, Correa (2022) fortalece a percepção de uma relevante contribuição da inserção do pensamento computacional em práticas de ensino. Para o autor, a referida forma de pensamento traz contribuições referentes a um ajustamento da sala de aula às demandas atuais da Sociedade. Com foco no ensino de determinados conceitos da física, ele descreve como habilidades inerentes ao pensamento computacional foram por ele utilizadas. A referida obra traz fortalecimento a percepção de uma existente relevância do exercício do pensamento computacional em estratégias didáticas voltadas ao ensino de física baseado em proposições e resoluções de problemas.

A partir de compreensões convergentes aos trabalhos mencionados, delineamos no presente artigo sobre uma análise da estratégia didática de um produto educacional destinado ao ensino de eletricidade. Para tanto, buscaremos responder à seguinte pergunta: Como habilidades relacionadas ao pensamento computacional podem ser estrategicamente e didaticamente utilizadas na formulação e resolução de problemas voltados ao ensino-aprendizagem de eletricidade?

O referido produto educacional trata-se do livro *Eletricidade Animada e Interativa* criado, desenvolvido e analisado como uma ferramenta educacional que resultou em relevantes índices de aprendizagens por ele proporcionados. O mencionado trabalho foi parte integrante da dissertação de mestrado escrita pelo primeiro autor e orientada pelo terceiro autor do presente artigo. Nela, Araújo (2017) apresenta percentuais de acertos que vão de 72,86% a 89,73%. O autor descreve os referidos índices como percentuais de acertos a questões interativas presentes entre as *interfaces* do produto educacional. Sendo o primeiro índice resultado de sua aplicação em uma turma do ensino fundamental da Educação de Jovens e Adultos e o segundo em uma turma da terceira série do Ensino Médio.

O produto educacional foi desenvolvido em formato *EPUB*⁵ utilizando a linguagem de marcação de textos *HTML5*⁶. Essas características permitem sua execução nos mais diversos dispositivos eletrônicos. Entre eles os *smartphones* (principais dispositivos utilizados pelos estudantes). Uma grande vantagem deste formato está associada a possibilidade de ajuste do tamanho da fonte do texto,

⁵ Corresponde a um formato de arquivo de padrão aberto específico para livros digitais que foi desenvolvido pelo Fórum Internacional de Publicação Digital. Nesse formato, o texto é otimizado e ajustado à tela do dispositivo usado para leitura.

⁶Linguagem de marcação de texto que favorece a manipulação de elementos e possibilita utilização de novos recursos digitais.

autoajuste das interfaces à tela do dispositivo utilizado, inserção de animações, questionários interativos, entre outros recursos.

Vale destacar que em sua dissertação, Araújo (2017) apresenta uma análise focada em potencialidades intrínsecas ao uso de tecnologias digitais no ensino dos conceitos de eletricidade. Já o presente artigo, corresponde a uma releitura do produto educacional fundamentada em pilares do pensamento computacional.

No presente trabalho, identificamos o uso de habilidades inerentes ao pensamento computacional entre as interfaces do produto educacional e analisamos o como elas foram utilizadas ao longo de sua sequência didática voltada ao ensino de eletricidade. Acreditamos que, ao contribuir na compreensão de suas conexões com a estratégia adotada, colaboraremos na compreensão de sua relevância no ensino de física por meio de práticas voltadas a proposições e resoluções de problemas.

Encaminhamento metodológico

Ante a necessidade de ter como ponto de partida uma maior familiarização e aprofundamento sobre o que pensar computacionalmente representa enquanto processo de pensamento envolvido na formulação e resolução de problemas, foi necessário buscar na literatura caracterizações dessa forma de pensar. As informações selecionadas se configuram como dados qualitativos e foram utilizadas para analisar e descrever como a estratégia didática do produto educacional analisado carrega em sua essência uma proposta de ensino alinhada ao exercício do pensamento computacional na construção de conhecimentos de eletricidade por meio da proposição e resolução de um problema. Por efeito dessas integrações, pode-se inferir que nossos métodos investigativos englobam em sua essência pressupostos de pesquisas exploratórias. Essa é uma compreensão construída a partir de considerações trazidas por Gil (2002). Por meio de descrições realizadas pelo autor, inferimos que pesquisas dessa natureza podem ser realizadas através de um levantamento bibliográfico que resulte em coletas de dados qualitativos capazes de gerar aprimoramentos de ideias necessárias à análise da estratégia didática do produto educacional analisado. Ante essas considerações, o Quadro 1 a seguir representa em síntese o método investigativo utilizado.

Quadro 1: Síntese do método investigativo utilizado.

Pesquisa exploratória	
Objetivo	Compreender como a estratégia didática do produto educacional analisado se articula com o exercício do pensamento computacional na construção de conhecimentos de eletricidade.
Modalidade	Levantamento Bibliográfico
Tipo de dados coletados	Qualitativos
Processamento de dados	Aprimoramento de ideias por meio da construção de um dialogismo entre aspectos relevantes ao ensino de conceitos de eletricidade e a caracterização do pensamento computacional.
Resultado	Uso das ideias aprimoradas na análise da estratégia didática do produto educacional

Fonte: Elaborada pelo autor.

Destacamos ainda que, por possuir uma certa pluralidade em sua fundamentação teórica, a pesquisa foi realizada de forma atenta aos desafios de construir relações plausíveis entre os fundamentos teóricos discutidos. Para isso, por meio de um levantamento bibliográfico, selecionamos trabalhos relevantemente mencionados em pesquisas de âmbitos educacionais sobre o pensamento computacional e um livro didático voltado ao ensino de eletricidade.

Neste sentido, o trabalho foi estruturado da seguinte forma: (i) apresentação de uma contextualização da temática das habilidades do pensamento computacional e suas potencialidades de contribuições no contexto educacional; (ii) apresentação de possibilidades do uso didático de habilidades associadas ao pensamento computacional no contexto do ensino-aprendizagem de física; e (iii) estabelecimento de conexões entre uso de habilidades associadas ao pensamento computacional e a estratégia didática utilizada na formulação e resolução de problemas voltados ao ensino-aprendizagem de eletricidade, do produto educacional *Eletricidade Animada e Interativa*.

Seguindo essas etapas, iniciaremos com a apresentação de algumas compreensões sobre o Pensamento Computacional necessárias ao reconhecimento das relações com a estratégia didática apresentada.

Pensamento Computacional

Por trazer a percepção de que a computação modifica a forma das pessoas pensarem, o autor do livro *Children computer and powerful ideas* (1980), Papert, é considerado por várias literaturas como precursor do termo pensamento

computacional. Entretanto, o referido termo ganhou destaque após ser utilizado por Wing (2006) para descrever um conjunto de habilidades baseadas em conceitos da Ciência da Computação. A autora nos traz a percepção de que pensar computacionalmente pode beneficiar a todos e nos traz um alerta de que se trata de um conjunto de habilidades fundamentais no século XXI.

Wing (2017) expressa que visualiza o pensamento computacional de uma forma mais ampla, como uma habilidade tão fundamental quanto a habilidade de ler, de escrever e realizar operações aritméticas. Em seu trabalho a autora também traz a percepção, que pensar computacionalmente corresponde ao processo envolvido na formulação de um problema e na forma sistêmica de executar sua resolução por pessoas ou máquinas.

O pensamento computacional, conforme Brackmann (2017) está relacionado a condição de utilizar fundamentos da computação para resolver problemas das mais diversas áreas do conhecimento de uma maneira sistemática. Para Correa (2022) a referida forma de pensar pode ser resumida como um conjunto de estratégias para lidar com os mais diversos níveis de problemas. Em concepções trazidas pelos trabalhos recentes mencionados, notamos um significativo nível de concordância entre elas quanto a relevância do exercício do pensamento Computacional ao lidar com problemas.

Existe um entendimento de que o pensamento computacional ocorre quando se formula um problema a partir de um pensamento lógico e são planejadas formas e ferramentas de resolvê-los. Observamos, que apesar de existirem definições ligeiramente diferentes, a referida forma de pensar está relacionada a um conjunto de habilidades agrupadas para lidar com problemas de diversos contextos. Apesar de sua origem ser associada aos fundamentos do campo da ciência da computação, hoje ele vem sendo associado a diversos outros campos do conhecimento. Logo, não se limita a uma forma de pensar restrita ao uso de computadores.

As considerações descritas anteriormente podem ser associadas às habilidades tratadas pela BBC Learning (2015) e por várias literaturas relacionadas ao pensamento computacional. Elas incluem: a decomposição, a abstração, o reconhecimento de padrões e algoritmos. Entre elas, estão autores como Brackmann (2017) que descrevem essas habilidades como pilares. Baseados nas descrições trazidas pelo autor, resumimos esses pilares a seguir.

- *Abstração*: ocorre quando na observação de um problema é direcionada a atenção para o que precisa ser considerado importante.
- *Decomposição*: é uma forma de lidar com o problema por meio de sua divisão e análise por partes.
- *Reconhecimento de padrões*: padrões já utilizados em outros problemas são reconhecidos como úteis para lidar com o problema em questão.
- *Algoritmos*: estabelecimento de uma sequência finita de etapas para lidar com o problema.

É importante destacar que existem pesquisas que trazem outras perspectivas sobre a temática do pensamento computacional. Por exemplo, em discussões em torno de uma definição de pensamento computacional numa pesquisa que carrega uma revisão sistemática da literatura em sua essência, os autores Zanetti, Borges e Ricarte (2016) trazem a ideia de que nessa forma de pensar estão envolvidas além de habilidades como reconhecimento de padrões, abstração, decomposição e algoritmo, habilidades de avaliar e generalizar. No entanto, nesta pesquisa, ao analisarmos o já referido produto educacional, optamos por discutir os quatro pilares comumente mencionados nas literaturas (figura 1).

Figura 1: Pilares do pensamento computacional analisados na sequência didática do produto educacional.



Fonte: Elaborada pelo autor por meio da combinação de recursos disponíveis nos aplicativos *Powerpoint* e *Kotobee Reader*.

Para tratar conceitos de eletricidade, o produto educacional carrega em sua natureza um uso relevante dessas habilidades numa estratégia didática baseada na formulação e resolução de problemas. Nesse sentido, analisamos o uso dessas habilidades como recursos didáticos presentes nas interfaces do livro digital interativo.

Resultados e Discussão

Na tecnologia digital de ensino analisada, um problema foi tratado de uma forma genérica. O propósito dessa abordagem consiste em gerar condições cognitivas para resolver outros problemas de naturezas semelhantes. Já na primeira interface desse produto educacional, é apresentada uma animação que foi elaborada para representar um choque elétrico causado por uma diferença de potencial elétrico no solo. Nesta animação, são representadas por meio de elementos gráficos algumas características do campo elétrico responsável pelo acidente representado. Wing (2006), ao relacionar o pensamento computacional com o fato de representar-se ou modelar-se um problema de forma a torná-lo tratável, nos faz perceber a existência de potencialidades da referida abordagem no que diz respeito ao favorecimento desse tipo de processo cognitivo.

Podemos estabelecer uma aproximação entre a estratégia didática do produto educacional e as habilidades consideradas como pilares do pensamento computacional. As descrições dos pilares trazidas por Brackmann (2017) nos ajudam a estabelecer relações claras entre esses pilares e a estratégia didática utilizada nesse produto. Ao refletir sobre a decomposição de um problema complexo, Brackmann (2017) descreve que o Pensamento Computacional está relacionado a quebrá-lo em pedaços menores para facilitar seu gerenciamento. Dessa forma, é possível estabelecer análises mais profundas que levam a identificação de padrões já conhecidos de outros problemas solucionados. Ele também descreve, que esse procedimento ajuda na focalização dos detalhes importantes, estabelecendo regras e passos para resolver os subproblemas.

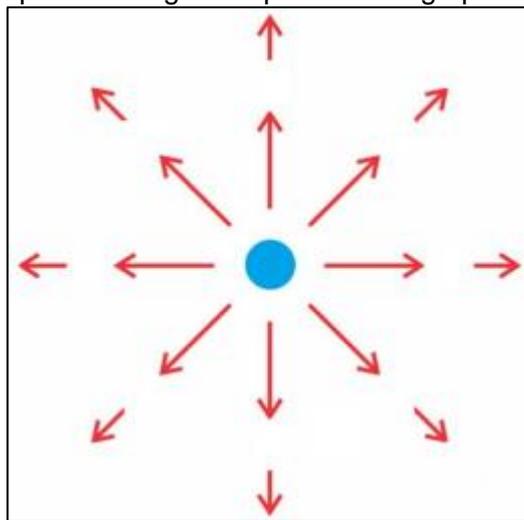
Os principais conceitos físicos trazidos pelo produto educacional analisado são relacionados a características do campo elétrico. A organização desse conteúdo é convergente ao tratamento feito por Griffiths (2011). Essa literatura permite refletirmos sobre como padrões associados a conceitos podem ser explorados no ensino de campo elétrico.

O campo elétrico ($E^{\vec{}}$) corresponde a uma quantificação vetorial associada às características da carga elétrica que o produz (carga elétrica geradora). Esse é um dos principais conceitos explorados no produto educacional. Griffiths (2011), recomenda que o campo elétrico seja tratado como uma entidade física 'real' em torno de todo espaço que rodeia uma carga elétrica. Comumente com o propósito de melhor compreendê-lo, normalmente é feita uma representação visual com vetores.

As animações computacionais do produto educacional, convergindo a essa convenção, apresentam essas características como padrões a serem reconhecidos ao longo de suas interfaces.

Por definição, a intensidade do campo elétrico é inversamente proporcional ao quadrado da distância ($1/r^2$) em relação à carga geradora. O seu módulo diminui à medida que essa distância aumenta. Os vetores de cor vermelha observados na figura 2 representam a variação da intensidade do campo elétrico em função da distância radial em relação à carga geradora. Esse também corresponde a um padrão que pode ser reconhecido nas animações presentes nas interfaces do produto educacional.

Figura 2: Campo elétrico gerado por uma carga puntiforme positiva.



Fonte: Araújo (2017).

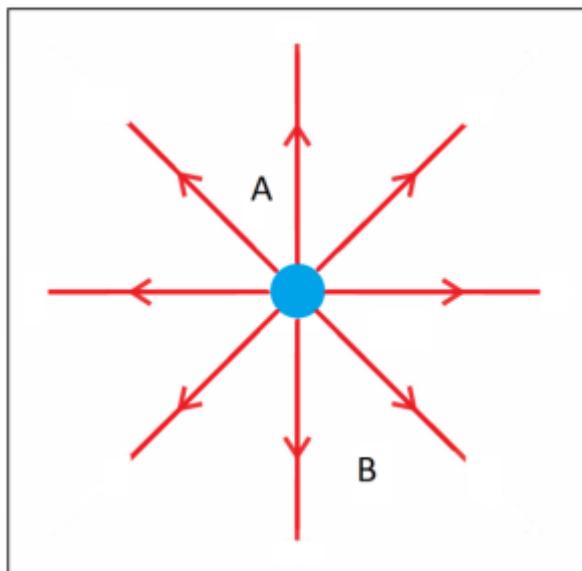
Uma forma comumente adotada no estudo do campo elétrico é considerar o conceito de linhas de campo. Elas permitem representar visualmente informações sobre o campo elétrico em cada ponto do espaço seguindo os seguintes padrões: Análise de sua intensidade por meio da verificação da densidade dessas linhas; Determinação de sua direção e sentido num determinado ponto do espaço em torno

da carga que o origina, convencionado como sendo divergente de cargas positivas e convergentes para cargas de sinal negativo.

As animações incorporam esses padrões, que podem ser reconhecidos e utilizados para resolver vários problemas tratados entre suas *interfaces*. Uma maneira prática de facilitar a abstração necessária a compreensão do conceito de campo elétrico consiste em juntar os vetores em torno da carga geradora que possuem as mesmas direções e sentidos, permitindo assim a observação de linhas de campo contínuas. Essas considerações podem ser comumente observadas em várias animações apresentadas entre as *interfaces* do produto educacional.

Por meio da habilidade em reconhecer padrões também é possível estabelecer um modelo matemático (algoritmo) para determinar a intensidade do campo elétrico. Nesse modelo matemático, o campo elétrico é mais intenso na região de maior densidade de linhas de campo. Observe a figura 3. Nela o campo elétrico na localização de A é mais intenso que o campo elétrico em B.

Figura 3: Representação de um determinado campo elétrico.



Fonte: Araújo (2017).

Griffiths (2011), também traz uma consideração muito relevante a respeito do conceito de campo elétrico. Ele ressalta que diagramas utilizados para representar linhas de campo devem ser coerentes, ou seja, dobrando a carga elétrica, o número de linhas representadas em torno dessa carga também deve dobrar. Essa é uma característica do campo elétrico que pode ser verificada por meio da habilidade em reconhecer padrões.

Esses padrões trazidos por Griffiths (2011) podem ser reconhecidos, por exemplo, na animação representada na figura 4. Nela, aparece uma partícula eletricamente carregada. Nesse exemplo, quando a carga elétrica é dobrada o número de linhas de campo também dobram.

Figura 4: Animação representando a variação proporcional do número de linhas de campo elétrico em relação a quantidade de carga elétrica representada.



Fonte: Araújo (2017) - Conteúdo do *Eletricidade Animada e Interativa* na interface do aplicativo *Kotobee Reader*.

Todas essas considerações trazidas por Griffiths, nos leva a conclusão de que o uso de habilidades do pensamento computacional é capaz de contribuir significativamente no ensino-aprendizado dos conceitos de eletricidade tratados no produto educacional.

Ao observarmos características desse produto, verificamos que sua estratégia didática consiste basicamente em: (a) apresentar por meio de uma animação, uma situação problema de difícil compreensão – o choque elétrico causado por tensão de passo – e decompor esse problema de forma a permitir a exploração de conceitos de eletricidade necessários à sua compreensão como problemas menores. Além disso,

algumas animações permitem as modelagens matemáticas dos fenômenos que elas representam e que podem ser configuradas como algoritmos necessários à resolução de problemas de naturezas quantitativas. A seguir, detalharemos essa estratégia didática. Para formular e resolver esse problema, partindo da primeira animação contida no produto educacional, é necessário direcionar a atenção para as informações contidas na animação que devem ser consideradas importantes. É preciso que se observe que o personagem que aparece na animação sofre um choque elétrico sempre que dá um passo e pisa em duas linhas concêntricas com distâncias radiais diferentes. Mesmo que não se entenda previamente o que essas linhas representam. Esse é um processo que envolve a habilidade de abstrair informações importantes. Na Figura 5, tem-se a *interface* inicial do produto educacional, no qual aparece uma animação computacional que representa um choque elétrico causado por tensão de passo. Essa *interface* do produto educacional promove o reconhecimento de padrões relacionados à causa do choque elétrico.

Figura 5: Capa do e-book Eletricidade Animada e Interativa.



Fonte: Araújo (2017) - Capa do e-book Eletricidade Animada E Interativa na *interface* do aplicativo *Kotobee Reader*.

A partir dessas observações é necessário um determinado nível de habilidade em abstrair o que é importante a ser observado. O problema formulado na primeira animação diz respeito ao choque elétrico causado por tensão de passo. A compreensão dos conceitos físicos envolvidos nesse fenômeno é capaz de levar a compreensão de outros fenômenos de mesma natureza. Para tanto, esse problema inicial deve ser tratado de uma forma genérica. Desse modo, os padrões nele reconhecidos poderão ser assimilados a outros, como por exemplo, os acidentes causados por incidências de raios (descargas elétricas atmosféricas).

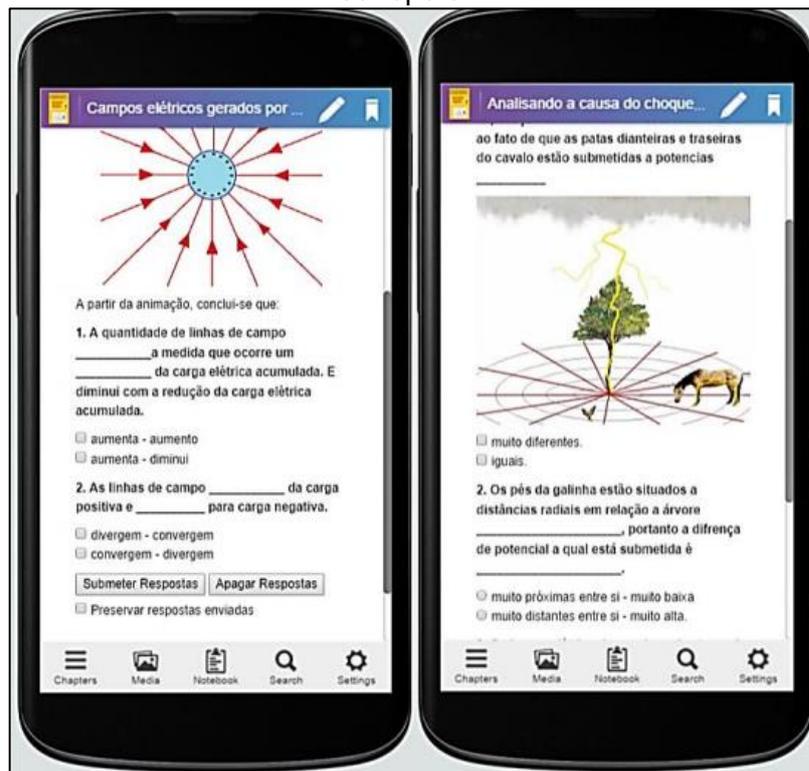
A focalização nas informações importantes (habilidade de abstrair), é facilitada nas demais interfaces do produto educacional, que correspondem a divisão do conjunto de informações presentes na primeira animação. Aqui podemos verificar a relevância da habilidade de observar o problema de uma forma decomposta em partes menores. Essa decomposição permite, além da compreensão do problema geral, formulações de vários conceitos fundamentais de eletricidade bem como a criação de algoritmos necessários à resolução de outros problemas semelhantes.

Wing (2006) também nos faz refletir que a escolha de uma representação apropriada para tratar a modelagem de aspectos relevantes de um determinado problema está relacionada a duas dessas habilidades fundamentais do pensamento computacional: a abstração e a decomposição.

No *Eletricidade Animada e Interativa*, vários problemas tratados em seu conteúdo servem como base para a resolução de outros problemas de natureza semelhante. A compreensão do primeiro problema apresentado (o choque elétrico causado por tensão de passo) é tratada de uma forma genérica, levando assim, também a compreensão de vários outros tipos de choques elétricos, como por exemplo, choques elétricos sofridos por animais de grande porte que são ocasionados por incidências de raios, bem como num contexto mais amplo, a natureza da corrente elétrica.

A Figura 6, por exemplo, representa problemas que podem ser resolvidos por meio do reconhecimento de padrões que se repetem. Nela aparecem duas animações. A primeira é utilizada para definir conceitos por padrões que se repetem ao longo da execução da animação e a segunda apresenta um problema semelhante ao primeiro apresentado no livro que pode ser resolvido observando os mesmos padrões.

Figura 6: Problemas que podem ser resolvidos por meio do reconhecimento de padrões que se repetem.



Fonte: Araújo (2017) - Conteúdo do *Eletricidade Animada e Interativa* na interface do aplicativo *Kotobee Reader*.

Para explicar a natureza desses fenômenos é necessária a compreensão de vários conceitos de eletrostática e eletrodinâmica, como por exemplo: campo elétrico, potencial elétrico, superfícies equipotenciais, diferença de potencial, movimento de cargas elétricas causadas por campos elétricos e corrente elétrica.

Na estratégia didática do produto educacional, esses conceitos são discutidos como partes menores da decomposição do problema inicial. Portanto, a estratégia didática adotada por esse produto está fortemente ligada ao uso de habilidades do pensamento computacional.

Na observação da sequência das animações e ferramentas de interação apresentadas na sequência de *interfaces*⁷ do produto educacional (ver figura 2), observamos a formulação de conceitos envolvidos no fenômeno apresentado na primeira animação por meio de habilidades de decomposição do problema e reconhecimento de padrões.

⁷ Comunicação entre partes distintas, sem comunicação direta.

Figura 7: Sequência das animações apresentadas no produto educacional.



Fonte: Araújo (2017) – Conteúdo do *Eletricidade Animada e Interativa* na interface do aplicativo *Kotobee Reader*.

Vale destacar que o problema está decomposto em várias *interfaces* que podem ser acessadas diretamente no sumário do produto educacional, através de um toque sobre um de seus *hiperlinks* (Ver figura 8), permitindo um acesso não linear às suas várias partes.

Figura 8 – Hiperlinks de acesso ao conteúdo do produto educacional



Fonte: Araújo (2017) - Produto educacional na interface do aplicativo *Kotobee*.

Outra inferência relevante, consiste no fato de que em várias partes dessa sequência didática os padrões observados levam a formulações de algoritmos matemáticos necessários à resolução de problemas envolvendo conceitos de eletricidade. Destaco ainda que no ensino de física o desenvolvimento de algoritmos é uma habilidade que possui fortes relações com as denominadas “fórmulas” que resultam das modelagens matemáticas dos mais diversos fenômenos estudados nessa disciplina. Além disso, as aplicações dessas equações também levam a uma sequência de passos finitos durante a realização do cálculo de uma grandeza nelas presente. Ante a todas as inferências apresentadas, podemos destacar, por meio do quadro 2, como pilares do pensamento computacional estão distribuídos ao longo da estratégia didática do produto educacional analisado.

Quadro 2: Pilares do pensamento computacional reconhecidos ao longo da estratégia didática do produto educacional.

Observáveis ao longo de toda estratégia didática do produto educacional			Observáveis principalmente em problemas a serem resolvidos por meio do uso de modelos matemáticos
Decomposição	Reconhecimento de padrões	Abstração	Algoritmos
Para entender a natureza do choque elétrico causado por tensão de passo é necessário analisar as várias representações gráficas expostas na animação que o representa. Nesse sentido para lidar com a complexidade do problema inicialmente apresentado, foi realizada sua decomposição em partes menores.	As várias partes do problema carregam algumas características comuns. Tais características também podem ser observáveis em outros problemas. Ao longo das interfaces do produto educacional são expostos vários problemas de eletricidade que carregam características comuns.	A observação isolada de partes do problema leva a um maior nível de concentração de características importantes a serem observadas.	Além da sequência didática ser estruturada em uma sequência de atividades que levam a resolução do problema inicialmente apresentado, por meio de várias atividades propostas em suas interfaces são apresentados problemas a serem resolvidos por meio de sequências finitas de cálculos emergentes dos modelos matemáticos discutidos.

Fonte: Elaborada pelo autor.

As informações expostas no quadro mostram que na estratégia didática do produto educacional podem ser observadas de forma mais evidentes o exercício do pensamento computacional onde predominam o uso de habilidades relacionadas a

decomposição do problema em partes menores, ao reconhecimento de padrões entre suas várias partes ou outros problemas de natureza semelhantes e o favorecimento dos processos abstrativos por meio de análises isoladas de partes do problema.

Considerações finais

Diante de toda discussão exposta, podemos concluir que o ensino promovido por meio da estratégia didática incorporada no produto educacional analisado, apresenta-se alinhado ao exercício do pensamento computacional na forma de proposição e delineamento da resolução do problema por ele inicialmente proposto.

A análise nos permitiu constatar que as habilidades descritas como pilares do pensamento computacional podem ser exploradas no contexto do ensino-aprendizagem dos conceitos tratados.

Apesar de tratar esses conceitos por meio do uso de várias tecnologias digitais como animações e questionários interativos, a sequência didática do produto educacional em partes se assemelha à dos livros didáticos tradicionais. O que nos mostra que as referidas habilidades também podem ser exploradas em outros contextos de ensino-aprendizagem de outros conteúdos da física. Por exemplo, é comum os capítulos dos livros didáticos iniciarem propondo um problema cuja resolução pode ser construída ao longo de fragmentos (decomposição do problema) distribuídos entre suas páginas. Essa estratégia acaba facilitando a focalização nas informações que são importantes (abstração). Já os padrões trazidos dentro da resolução de outros problemas menores ao longo do capítulo, podem resultar na modelagem matemática dos conceitos estudados. Essas “fórmulas” podem ser utilizadas para resolver um determinado problema seguindo uma sequência finita de passos (algoritmo).

As relações encontradas dentro dessa pesquisa nos mostram a viabilidade do desenvolvimento de trabalhos correlatos no campo do ensino de física. Principalmente, em estratégias didáticas que estimulem o uso do pensamento computacional como forma de potencializar atividades de proposições e resoluções de problemas.

Numa mesma perspectiva, também consideramos que o desenvolvimento de pesquisas que incorporem essas discussões em criações e desenvolvimentos de produtos educacionais voltados ao ensino de física se apresentam justificáveis. Neste

sentido, acreditamos que valorizar o exercício do pensamento computacional em tais processos, se apresenta como uma alternativa a promover a melhoria do aprendizado de conceitos da referida disciplina.

Referências

ARAUJO, Luiz Fabiano Lucas. **Criação e uso de um e-book animado e interativo para ensino de eletricidade com ênfase no choque elétrico causado por “tensão de passo”**. 2017 – Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal Central, Natal, 2017 Disponível em: https://www2.ifrn.edu.br/mnpef/dissertacoes/Dissertacao_Luiz_Fabiano.pdf. Acesso em: 12 jun. 2023.

BBC Learning (2015). **What is computational thinking?** Disponível em: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>. Acesso em: 11 jun. 2023.

BRACKMANN, Christian Puhlmann. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. 2017. Tese (Doutorado). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>. Acesso em: 12 jun. 2023.

CORREA, Thomás Silva. **Uma sequência didática voltada ao ensino de balística e modelada pelo pensamento computacional**. 122 p. 2022. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/1090>. Acesso em: 21 out. 2023.

FRANÇA, Rozelma Soares de. **Uma abordagem pedagógica incorporada para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino fundamental**. 2020. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Ciência da Computação, Recife, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/38542>. Acesso em: 12 jun. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRIFFITHS, David J. **Eletrodinâmica**. Tradução: Heloísa Coimbra de Souza; revisão técnica Antônio Manoel Mansanares. 3. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books, 1980.

WING, Jeannette M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

_____. Computational thinking's influence on research and education for all. **Italian Journal of Educational Technology**, v. 25, n. 2, p. 7-14, 2017. Disponível em: [Computational thinking's influence on research and education for all - Learning & Technology Library \(LearnTechLib\)](#). Acesso em: 21/10/2023

ZANETTI, Humberto; BORGES, Marcos; RICARTE, Ivan. Pensamento computacional no ensino de programação: Uma revisão sistemática da literatura brasileira. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2016. p. 21. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Borges-7/publication/309844611_Pensamento_Computacional_no_Ensino_de_Programacao_Uma_Revisao_Sistemica_da_Literatura_Brasileira/links/5a6f824a0f7e9ba2e1c88438/Pensamento-Computacional-no-Ensino-de-Programacao-Uma-Revisao-Sistemica-da-Literatura-Brasileira.pdf Acesso em: 21 out. 2023.