



Avaliação do impacto da aprendizagem baseada no domínio para o ensino de eletromagnetismo no nível médio

Jonnas L. Patrício, Giovani G. Martins, Rickson C. Mesquita
Instituto de Física "Gleb Wataghin" (IFGW) - UNICAMP

Introdução:

O atual modelo de ensino é fortemente baseado na fragmentação de conteúdos ao longo do tempo. Muito se discute sobre a infraestrutura e as condições de ensino, mas pouco se fala ou se estuda a eficiência do modelo educacional. No sistema em vigor, o tempo para aprender é fixo, enquanto a aquisição do aprendizado varia drasticamente. No entanto, o avanço da tecnologia e o uso massificado de sistemas web torna a possibilidade de automatizar e individualizar o aprendizado de cada aluno uma tarefa relativamente simples - porém pouco explorada - nos dias atuais. Especificamente, o progresso tecnológico torna viável metodologias de ensino que favorecem o aprendizado em detrimento da fixação do tempo. Em particular, a aprendizagem baseada no domínio reconhece (e considera) que o tempo para aprender varia para cada aluno, e como só é possível passar para o próximo conteúdo quando se atinge a proficiência na etapa anterior, isso garante que todo o conteúdo seja de fato aprendido, independente do tempo necessário para isso [1,2]. A metodologia presume que cada aluno tem a capacidade de aprender qualquer assunto se lhe forem dadas as condições apropriadas (incluindo o tempo). Como qualquer metodologia, sua implementação depende de material didático específico, e sua validação depende de pesquisas quantitativas na área. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um material didático para o ensino dos conceitos de eletromagnetismo aos alunos do Ensino Médio a partir da aprendizagem baseada no domínio. O material desenvolvido foi validado junto a um curso de extensão, e o ganho de aprendizado dos alunos foi quantificado a partir de um teste conceitual também criado especificamente para este fim.

Materiais e Métodos:

O material didático foi inicialmente estruturado a partir dos principais conceitos relacionados com a eletricidade, o magnetismo e o eletromagnetismo. Do ponto de vista de estrutural, o material foi composto por: (a) videoaulas interativas apresentando e desenvolvendo os conteúdos; (b) textos complementares aos vídeos, e; (c) questionários envolvendo tanto questões conceituais quanto problemas específicos envolvendo formalismo matemático para a prática e aprofundamento do conhecimento adquirido.

A produção das videoaulas foi pensada de forma a se afastar do modelo expositivo tradicionalmente utilizado. Para isso, criamos vídeos de curta duração (entre 3 e 8 minutos) no estilo *voice over*, onde a animação vai aparecendo conforme a fala (gravada) do narrador. Ao todo, foram produzidas 14 aulas que envolvem os principais conteúdos de eletromagnetismo do ensino médio. Os textos complementares também foram de produção própria, e

tiveram como objetivo aprofundar alguns temas que foram discutidos nos vídeos. Por fim, os exercícios foram escolhidos a partir de questões de múltipla escolha existentes em livros didáticos e em provas de vestibulares.

O curso foi implementado num ambiente virtual de aprendizagem (*Moodle*). Seguindo a filosofia da aprendizagem baseada no domínio, os alunos deveriam acertar ao menos 90% do questionário de um determinado tópico para avançar para o tópico seguinte. Os alunos poderiam tentar responder um questionário quantas vezes fossem necessárias até atingir o limiar inferior. A validação do material desenvolvido foi feita através de um curso de extensão de forma remota. Especificamente, todo o material produzido foi integrado como um módulo dentro de um curso oferecido pela escola de extensão da UNICAMP voltado para alunos do Ensino Médio, que continha um total de 12 módulos. O módulo de eletromagnetismo foi o 6º módulo na sequência do curso de extensão, e constituiu em um módulo independente dentro do curso, embora conectado com outros módulos.

Por fim, a avaliação do ganho de aprendizado dos conceitos de eletromagnetismo foi feita a partir de um teste criado especificamente para este curso. O teste continha 14 questões abertas que abordam sete dos principais conceitos relacionados com eletricidade e magnetismo: (a) Carga elétrica; (b) Interação elétrica; (c) Eletrização de corpos; (d) Magnetismo; (e) Conceito de campo; (f) Eletrodinâmica, e; (g) Eletromagnetismo. Esse teste foi aplicado duas vezes para cada aluno, uma no início e outra no fim do módulo. Optamos por fazer o teste com questões abertas para identificar as concepções prévias mais comuns entre os alunos.

Resultados e Discussão:

Como o curso tem um formato onde o tempo é livre, não é possível aplicar o teste para todos os alunos ao mesmo tempo. Até o momento desta publicação, 38 alunos concluíram o módulo de eletromagnetismo. No entanto, como o teste não tinha influência para a composição da nota dos alunos, parte dos testes continham respostas vazias, e por isso foram descartados. Dessa forma, os resultados a seguir foram baseados nas respostas de 25 alunos.

Ao realizar as análises dos resultados, primeiramente buscamos saber qual foi o engajamento dos alunos durante o módulo. A média de dias decorridos entre o começo e o final do módulo foi de 18 dias, enquanto a média de tempo utilizado para responder os questionários foi de 380 minutos (ou 6,3 horas). Considerando todos os alunos, o tempo gasto nos questionários variou de 59 (valor mínimo) até 890 minutos (valor máximo). Estes dados deixam claro que diferentes alunos numa mesma sala de aula levam períodos diferentes para adquirir o domínio de diferentes conceitos, e ratificam a importância da aprendizagem baseada no domínio. No modelo tradicional em vigor, todos os alunos teriam o mesmo tempo de instrução, e claramente alguns deles seriam deixados para trás.”

Em relação aos diferentes tópicos de eletromagnetismo abordados ao longo do módulo, a figura 1 mostra o tempo médio gasto por aluno em cada assunto. Podemos ver que os conceitos de campos (elétrico e magnético) e o movimento de cargas elétricas em campos é nitidamente o que os alunos encontraram maior dificuldade. Este resultado está de acordo com o que é frequentemente relatado na literatura, que relata a transição para o formalismo de campos como a grande dificuldade para o aprendizado do eletromagnetismo [3,4]. Como todos os tópicos seguintes dependem do conceito de campo, seria natural esperar que o tempo gasto nos questionários seguintes ao de campos deveria ser ainda maior. No entanto, não foi isso o que vimos; provavelmente, a solidificação do conceito de campo forçada pela aprendizagem baseada no domínio fez diminuir o tempo dos tópicos seguintes.

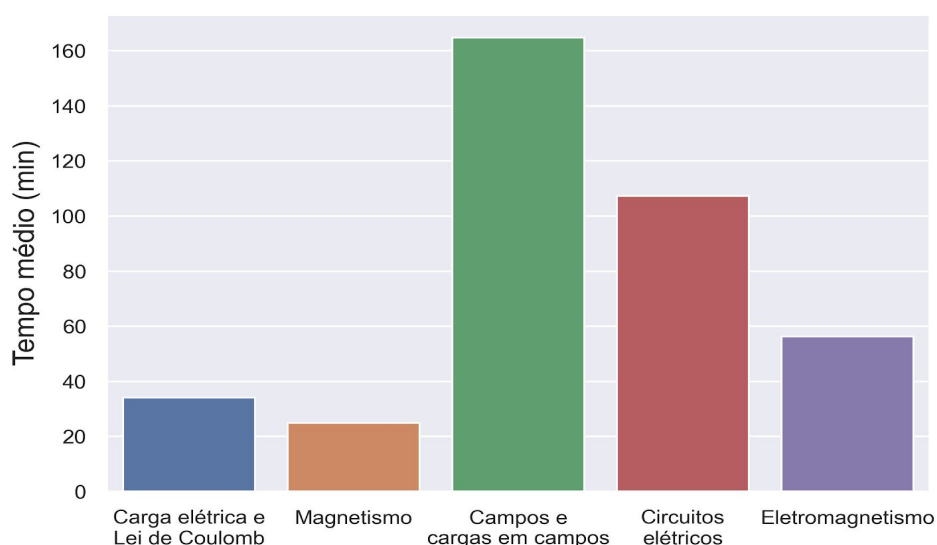


Figura 1: Tempo médio gasto por aluno em cada um dos tópicos discutidos no módulo.

Considerando todos os questionários, o número médio de tentativas por aluno foi de aproximadamente 14. Embora os alunos pudessem avançar a partir de 90% de acertos, a maioria dos alunos sempre optava por refazer o teste até atingir a nota máxima. Considerando todo o exposto, pode-se dizer que o engajamento dos alunos no módulo foi positivo. O fato do curso não possuir nenhuma certificação reconhecida, e mesmo assim apresentar esses números de engajamento, é ainda mais surpreendente - assim como a resiliência dos estudantes.

Para analisar como o engajamento e o tempo dispendido resultaram em aprendizagem para os estudantes, usamos o teste criado e aplicado antes do início do módulo (pré-teste) e após a conclusão do módulo (pós-teste) para inferir o ganho de aprendizado. As análises dos testes foram feitas em duas etapas, sendo a primeira quantitativa e a segunda qualitativa. Na análise quantitativa nos importamos apenas com o número de acertos das questões, sem levar em consideração as concepções dos alunos e os conceitos solicitados em cada questão. No geral, a média de acertos no pré-teste foi de 7,2 questões (51%), enquanto no pós-teste essa média subiu para 9,1 acertos (65%).

A partir das notas pré-teste e pós-teste podemos calcular o ganho de aprendizado. A Figura 2 mostra o ganho de aprendizado de cada aluno que finalizou o módulo de eletromagnetismo como função do desempenho no pré-teste. Considerando todos os alunos, o ganho médio (desvio padrão) foi de 28,7 (0,3) % (linha tracejada laranja na figura). Na nossa amostra, dois alunos apresentaram ganhos negativos (isto é, acertaram mais questões no pré-teste do que no pós-teste), que muito provavelmente pode ser atribuído a uma flutuação estatística causada por desatenção em uma das questões no pós-teste.

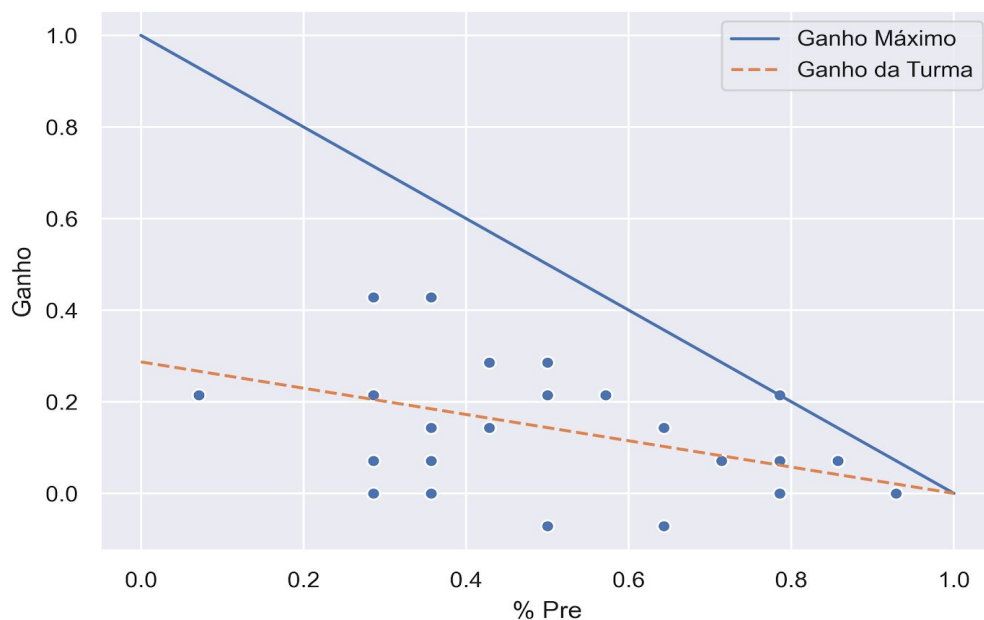


Figura 2: Ganho de aprendizagem (diferença entre a porcentagem de acertos do pós- e do pré-teste) em função do conhecimento prévio de eletromagnetismo.

Por fim, a análise qualitativa focou na introjeção dos conceitos de eletromagnetismo. A avaliação dos conceitos foi feita individualmente por aluno, e depois foi calculada a média da turma nos dois testes separadamente. A figura 3 mostra o desempenho médio dos participantes em cada um dos conceitos avaliados.

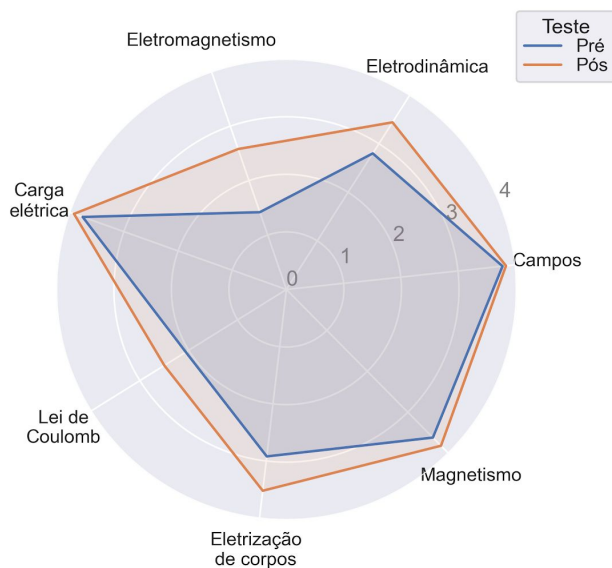


Figura 3: Desempenho médio da turma em cada um dos conceitos abordados no teste nos dois momentos de avaliação: antes do início do módulo (pré-teste) e após a conclusão do módulo (pós-teste).

Conclusões:

A metodologia da aprendizagem baseada no domínio se mostrou factível e bastante eficiente no nosso contexto, particularmente para a aprendizagem de tópicos de eletromagnetismo mais avançados que dependem de conceitos anteriores. O ganho de aprendizado, embora modesto (30%), é mais alto do que o ganho de aprendizado medido para metodologias expositivas tradicionais em diferentes contextos e áreas de estudo, que gira em torno de 20%. Em particular, por se tratar de um curso totalmente à distância e sem interação social "física", acreditamos que o ganho de aprendizado seja alto para estas circunstâncias. Em linha com o que é reportado na literatura, acreditamos que a realização deste curso na forma presencial deverá aumentar ainda mais o aprendizado de eletromagnetismo no modelo da aprendizagem baseada no domínio, e pretendemos testar este modelo quando a situação permitir.

Referências:

- [1] KHAN, Salman. **THE ONE WORLD SCHOOLHOUSE: EDUCATION REIMAGINED**. New York: Twelve, 2012. 260 p. Original.
- [2] J.H. Block. **Mastery learning: theory and practice**. Holt, Rinehart and Winston, New York, USA (1971).
- [3] Furió, Carlos, and Jenaro Guisasola. "**Difficulties in learning the concept of electric field**." Science Education 82.4 (1998): 511-526.
- [4] Jos, Antonio, and Ornellas Farias. "**Existem Dificuldades dos Alunos na Interpretação da Interação Carga-Campo?**." Revista Brasileira de Ensino de Física 21.3 (1999).