



Integração da aprendizagem baseada no domínio no contexto formal de ensino

Palavras-Chave: Aprendizagem baseada no domínio, Metodologia de ensino, Ensino de física.

Jonas L. Patrício

Prof. Dr. Rickson C. Mesquita (Orientador)

Instituto de Física "Gleb Wataghin" (IFGW) - UNICAMP

Introdução

A aprendizagem baseada no domínio (ABD) é uma metodologia ativa de ensino que pressupõe que qualquer aluno tem a capacidade de atingir proficiência (domínio) em um determinado conceito, se lhe forem fornecidas as condições necessárias [1]. Ao contrário de metodologias convencionais, onde o tempo é fixo enquanto a aquisição do conteúdo é variável, na ABD o tempo para aprender até se atingir a proficiência, que é o parâmetro fixo, depende de cada aluno. Originalmente, esta proposta surgiu em meados dos anos 1920 por Carleton W. Washburne e pelos experimentos de Henry C. Morrison. No entanto, naquela época era logisticamente inviável o uso da ABD em grande escala no contexto formal de ensino [2,3]. As versões modernas dessa filosofia têm origem, principalmente, nos trabalhos de Carroll e Bloom na década de 1960, e desde então a ABD tem apresentado resultados pertinentes em salas de aula de ensino formal (desde que o modelo educacional seja compatível com os preceitos do método) [4,5]. Além disso, estudos a longo prazo mostram que a ABD aumenta não só o ganho cognitivo na aprendizagem como também tem impactos nos comportamentos de independência em relação aos estudos e à escola [6]. Contudo, a eficiência de um modelo misto, que segue os preceitos da ABD dentro do contexto da educação formal, com tempo fixo de aprendizagem, ainda é desconhecida. Este trabalho teve como principal objetivo estudar e investigar com maior profundidade modelos mistos envolvendo os elementos da ABD. Para isso, fizemos uma revisão de tentativas da implementação da ABD no ensino formal com a finalidade de documentar práticas do uso do modelo através da criação de um banco de dados. Por fim, usamos dados previamente coletados para comparar metodologias de ensino de Física no nível introdutório do Ensino Superior.

Metodologia

A primeira parte do trabalho se resumiu a uma revisão bibliográfica cuidadosa de artigos científicos que descrevessem a filosofia da ABD, bem como modelos e tentativas de sua implementação no ensino formal. Procurar compreender o contexto, as condições, os detalhes e as características dessas iniciativas também foi um dos nossos propósitos. Para isso, começamos por uma revisão histórica de como o conceito foi sendo aplicado e desenvolvido ao longo dos anos. A revisão bibliográfica nos forneceu um entendimento mais aprofundado sobre a metodologia e suas diferentes formas de aplicação.

Com base nesse estudo aprofundado, buscamos conhecer práticas atuais do uso dos elementos da ABD no contexto formal de ensino. Nossa pesquisa foi realizada a partir de sites de buscas na internet e em plataformas específicas, como documentários disponíveis no *YouTube*. Os resultados foram catalogados num banco de dados que descreve as instituições encontradas com informações que podem ajudar futuros pesquisadores e professores interessados pela metodologia. O banco de dados deverá ser atualizado regularmente, conforme novas iniciativas surgirem, e poderá ser publicamente acessado através de uma interface (atualmente em fase final de construção).

Por fim, a última etapa deste trabalho visou quantificar o ganho de aprendizado de modelos mistos aplicados especificamente no ensino de Física. Embora raras, há iniciativas que usam elementos da ABD no

ensino formal de Física, e que podem ser comparadas ao modelo tradicional expositivo. Neste contexto, e impedidos de aplicar um protocolo experimental específico para o nosso estudo devido ao ensino emergencial remoto provocado pela pandemia causada pela COVID-19, utilizamos dados previamente coletados para inferir como modelos ativos de ensino se comparam ao método tradicional expositivo. Para isso, analisamos o ganho de aprendizado numa disciplina introdutória de Física Básica no nível do Ensino Superior em diferentes semestres. Como a disciplina visa apresentar conceitos fundamentais de mecânica, o ganho de aprendizado foi quantificado com um teste de conhecimentos acerca do conceito de força previamente validado e amplamente utilizado na literatura [7].

Ao longo dos diferentes semestres, diferentes professores testaram diferentes metodologias de ensino, algumas das quais apresentam elementos da ABD. Diferentes professores com a mesma metodologia num mesmo semestre foram agrupados, a fim de evitar distorções causadas pela variável “professor”. Por fim, o ganho de aprendizado foi calculado considerando o conhecimento prévio dos alunos a respeito do conceito de força, de forma a minimizar eventuais mudanças no perfil de ingresso dos alunos que cursam a referida disciplina ao longo dos anos.

Resultados e Discussão

Dentre as bibliografias revisadas, podemos destacar os artigos de Benjamin Bloom, James Block e Robert Burns [5,8]. Estes trabalhos serviram de base para tantos outros artigos e pesquisas, não só para a aprendizagem baseada no domínio como para a educação como um todo.

Para Bloom, há 5 tópicos que definem o modelo da aprendizagem baseada no domínio: 1 - Aptidão para determinados tipos de aprendizagem; 2 - Qualidade da instrução; 3 - Habilidade para entender a instrução; 4 - Perseverança, e; 5 - Tempo permitido para o aprendizado. A aprendizagem baseada no domínio pressupõe que diferentes alunos possuem diferentes aptidões e aprendem de maneiras distintas. Sendo assim, é necessário criar condições específicas para o aprendizado, entre elas a personalização da instrução para cada indivíduo. Um bom entendimento da instrução implica na introjeção do conteúdo, dessa forma, é primordial que sejam oferecidos diferentes meios de instrução. Aprender um conceito é um processo demorado e que pode levar a sentimentos de frustração e desânimo. Por isso, recompensas, *feedbacks* recorrentes e mostrar que está havendo progresso pode aumentar o engajamento dos alunos, tal como aumentar sua persistência ao longo do processo. Por fim, o tempo é a chave para o domínio. O principal objetivo da metodologia é diminuir o tempo individual do aprendizado de cada aluno, tal como fornecer o tempo necessário para que isso ocorra.

De forma geral, os resultados dos trabalhos revisados demonstram que a metodologia funciona. Em termos quantitativos, a ABD obteve ganhos de aprendizado significativamente melhores que a metodologia tradicional, além de menor variabilidade nas notas dos alunos. Os dados ainda concluem que o método pode ajudar os estudantes com menor aptidão aprenderem mais rápido, sem fazer com que os estudantes com maior aptidão se atrasem. Os estudos também indicam que nas estratégias de ensino baseadas no domínio, a qualidade e a quantidade do tempo de estudo são fundamentais para atingir o objetivo, e não somente a quantidade do tempo (como se pratica no modelo expositivo tradicional). Em relação à quantidade de tempo utilizada, percebeu-se que no começo se gasta um tempo maior do que o método tradicional, mas que ao longo do período a demanda vai diminuindo, até que se normalize. Ou seja, mesmo que no começo haja necessidade de uma demanda de tempo maior, isso é compensado no final onde, em muitos casos, se ganha tempo. Por fim, a aplicação do método requer do professor a aquisição de novas habilidades combinadas com as já adquiridas (como, por exemplo, utilizar os resultados de testes diagnósticos para traçar um plano específico).

Com um entendimento mais aprofundado sobre a metodologia, tal como suas especificações, buscamos por instituições de ensino formal que utilizam um ou mais elementos do método. Excluindo as instituições de ensino superior, ao todo, encontramos e catalogamos 20 escolas, sendo 16 nos Estados Unidos, 1 no Brasil (Projeto Âncora), 1 na Colômbia (Colegio Fontàn) e 1 na Dinamarca (Ørestad).

Dentre as instituições citadas acima, encontramos uma variedade de iniciativas, como, por exemplo, o Projeto Âncora, uma escola mantida por uma organização não governamental localizada na periferia da cidade de Cotia (SP). Mesmo trabalhando com uma baixa verba disponível, o Âncora vem obtendo sucesso ao empregar a metodologia de ensino desde 2012. Nessa mesma lista, encontramos também escolas privadas,

como o Colegio Fontàn, na cidade de Chia (Colômbia), e escolas que mesmo públicas contam com alto orçamento em países de alto IDH (Ørestad Gymnasium). Ainda que exista uma grande variedade na forma como a ABD é aplicada, todas as escolas mencionadas usam o tempo de ensino de maneira flexível e adaptável para cada aluno ou grupos de alunos. Em todos os 20 casos pesquisados, foi possível verificar indicadores de qualidade do aprendizado como resposta à ABD, tanto na dimensão cognitiva (avaliados a partir do sucesso acadêmico dos alunos e das escolas) quanto na dimensão socioafetiva (avaliados a partir do depoimento dos alunos e atitudes em relação à escola).

A fim de quantificar e comparar o aprendizado produzido pela ABD em relação aos métodos tradicionais, avaliamos o ganho de aprendizado do conceito de força em estudantes do nível superior. Para isso, analisamos as respostas de estudantes a um teste validado (FCI, do inglês, *Force Concept Inventory*) e padronizado no início (pré) e ao final (pós) de uma disciplina introdutória de mecânica em cinco semestres diferentes. Foram computados apenas os alunos que responderam tanto ao pré-teste quanto ao pós-teste no mesmo semestre; mais de 1.500 participantes foram considerados para análise.

Inicialmente, classificamos os resultados dos testes entre 4 faixas de compreensão (Tabela 1). Alunos cujos acertos são menores que 20% não têm nenhum conhecimento concreto sobre mecânica, podendo ser inclusive classificados como “aleatório” [10]. Alunos com acertos entre 20% e 60% demonstram que o aluno aparenta ter familiaridade com os conceitos sobre mecânica, porém com a visão de que a força está relacionada diretamente com a velocidade, e não com a variação da velocidade, podendo ser classificados como pensamento “Aristoteliano”. Já os acertos entre 60% e 85% mostram que o aluno compreende os conceitos básicos de mecânica, já podendo ser classificados com o pensamento “Newtoniano”. Por último, acertos maiores que 85% demonstram que os alunos têm o domínio dos conceitos sob o ponto de vista das Leis de Newton.

		Acertos < 20%	20% ≤ Acertos < 60%	60% ≤ acertos < 85%	Acertos ≥ 85%
Turmas de modelo misto e metodologias ativas					
Turma A (N = 283)	FCI pré	0,4%	22,6%	39,2%	37,8%
	FCI pós	0%	8,5%	19,8%	71,7%
	Pós - Pré	-0,4%	-14,1%	-19,4%	33,9%
Turmas com modelo misto, sem metodologias ativas					
Turma B (N = 122)	FCI pré	1,6%	36,1%	43,4%	18,9%
	FCI pós	0%	27,9%	36,9%	35,3%
	Pós - Pré	-1,6%	-8,2%	-6,6%	16,4%
Turmas sem modelo misto, mas com metodologias ativas					
Turma C (N = 638)	FCI pré	0,8%	43,3%	37,8%	18,2%
	FCI pós	0,8%	20,9%	35,4%	43,0%
	Pós - Pré	0%	-22,4%	-2,4%	24,8%
Turmas com modelo exclusivamente expositivo					
Turma D (N = 195)	FCI pré	10,3%	68,2%	19,0%	2,6%
	FCI pós	6,2%	63,1%	25,1%	5,6%
	Pós - Pré	-4,1%	-5,1%	6,1%	3,0%
Turma E (N = 321)	FCI pré	1,3%	38,0%	31,8%	29,0%
	FCI pós	0,6%	29,6%	35,5%	34,3%
	Pós - Pré	-0,6%	-8,4%	3,7%	5,3%

Tabela 1: Percentual de alunos em cada uma das faixas de compreensão do conceito de força.

Olhando a Tabela 1, podemos verificar que metodologias ativas parecem ser mais eficazes com alunos de baixa compreensão (acertos < 60%), e metodologias ativas que incorporam elementos da ABD são ainda mais eficientes. O uso de elementos da ABD com metodologias expositivas (turma B) parece não ser tão relevante em comparação com aulas expositivas para os alunos de baixa compreensão. No outro extremo,

quantidade de alunos que atingiram o domínio (acertos > 85%) praticamente dobrou quando metodologias ativas e/ou modelos mistos foram utilizados. Já para os alunos submetidos à metodologia exclusivamente expositiva, o aumento no número de alunos que atingiram o domínio foi apenas marginal.

A partir dos resultados do pré-teste e do pós-teste, também é possível calcular o ganho conceitual ($G(\%) = Pós(\%) - Pré(\%)$) de cada indivíduo [9]. Neste caso, o ganho de aprendizado depende do conhecimento prévio de cada aluno. A partir destas informações, pudemos traçar a curva de ganho para cada turma analisada, e desta forma calcular o ganho médio da turma considerando os diferentes conhecimentos prévios (Figura 1).

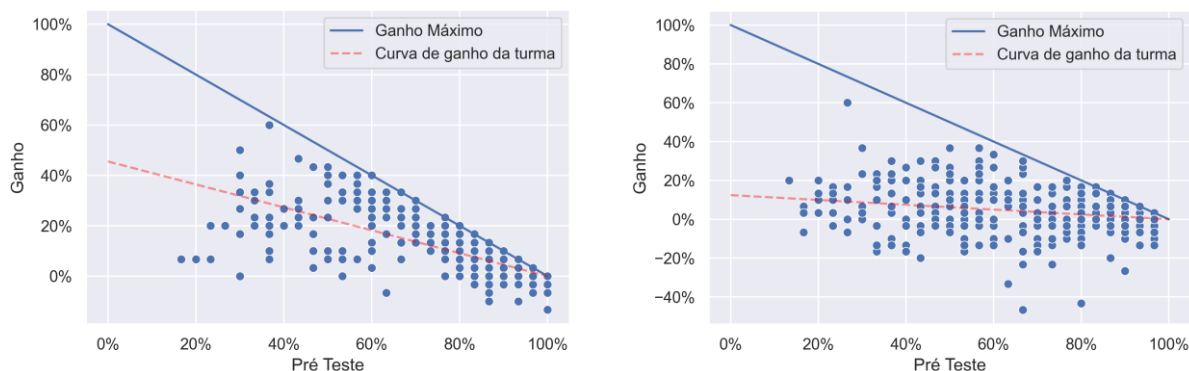


Figura 1: Gráficos dos ganhos individuais de cada aluno e da curva de ganho (laranja) para duas turmas arbitrárias (turma A à esquerda, e turma E à direita). A reta azul representa a curva de ganho máximo que pode ser obtida.

Segundo Hake, ganhos conceituais menores do que 35% representam um “baixo ganho”, enquanto “ganhos médios” ficam entre 35% e 70%, e os “ganhos altos” são aqueles com valores maiores que 70% [9]. Verificando os ganhos das turmas da Tabela 2, vemos que o uso combinado de metodologias ativas com elementos de ABD é o único que apresenta um ganho médio. O uso de uma das metodologias (ativa ou ABD) também produz um ganho considerável, entre 20 e 30%, aproximadamente. Por outro lado, os ganhos de aprendizado com metodologias expositivas são consideravelmente menores, girando em torno de 10%.

	Turma A	Turma B	Turma C	Turma D	Turma E
Ganho Médio	(45,5 ± 1,7) %	(18,6 ± 2,3) %	(28,1 ± 2,3) %	(11,3 ± 1,6) %	(12,4 ± 1,6) %

Tabela 2: Ganho médio das turmas analisadas, calculados a partir da curva de ganho da Figura 1.

Conclusões

Após a vasta revisão bibliográfica, o levantamento de iniciativas em escolas mostra que a aprendizagem baseada no domínio é factível no contexto do ensino formal. Além de resultados na dimensão cognitiva consideravelmente maiores do que o método tradicional, baseado na exposição de conteúdo, os estudos reportados na literatura e nos relatos das instituições também sugerem que a ABD tem efeitos na dimensão socioafetiva, provendo uma educação integral diferenciada do modelo tradicional. Acreditamos que o banco de dados criado neste trabalho possa ajudar professores que se interessam em aplicar a metodologia em suas aulas, ou até mesmo em suas instituições. Por fim, a partir das análises quantitativas que foram realizadas, tivemos evidências que uso combinado de metodologias ativas e elementos da ABD podem levar a ganhos de aprendizado significativamente maiores em comparação ao modelo expositivo, e poderiam se mostrar como uma opção altamente viável em um contexto onde se tem um tempo fixo.

Referências

[1] **J.H. Block.** "Mastery learning: theory and practice." Holt, Rinehart and Winston, New York, USA (1971).

- [2] **C.W. Washburne.** "Educational measurement as a key to individual instruction and promotions," *The Journal of Educational Research* 5(3), 195-206 (1922).
- [3] **H.C. Morrison.** "The practice of teaching in the secondary school," University of Chicago Press, Chicago, USA (1926).
- [4] **J.B. Carroll.** "A model of school learning," *Teachers college record* 64, 723-733 (1963).
- [5] **B.S. Bloom.** "Learning for Mastery. Instruction and Curriculum," Regional Education Laboratory for the Carolinas and Virginia, Topical Papers and Reprints 1(2), n2 (1968).
- [6] **B. Whiting et al.** "Mastery Learning in the Classroom," Annual Meeting of the American Education Research Association, San Francisco, CA, USA, 382 688 (1995).
- [7] **Hestenes, David, Malcolm Wells, and Gregg Swackhamer.** "Force concept inventory." *The physics teacher* 30.3 (1992): 141-158.
- [8] **Block, James H., and Robert B. Burns.** "Mastery learning." *Review of research in education* 4 (1976): 3-49.
- [9] **Hake, Richard R.** "Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses." *American journal of Physics* 66.1 (1998): 64-74.
- [10] **Savinainen, Antti, and Philip Scott.** "The Force Concept Inventory: a tool for monitoring student learning." *Physics Education* 37.1 (2002): 45.