

ASSOCIAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS E OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE RADIOATIVIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA

ASSOCIATION OF ACTIVE METHODOLOGIES AND DIGITAL LEARNING OBJECTS FOR TEACHING RADIOACTIVITY IN HIGH SCHOOL

Leidson Charles Garcia¹, Luiz Carlos Moreira², Daniela dos Santos Silva³, Mateus Lima⁴

¹Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/ICE/MNPEF, leidsong.138@gmail.com

²Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/ICE/MNPEF, luizz.soldadoroy1982@gmail.com

³Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/ICE/MNPEF, santossilvadaniela67@gmail.com

⁴Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/ICE/FAFIS-MNPEF, mateus.lima@unifesspa.edu.br

Resumo

Apesar dos fenômenos associados ao decaimento radioativo de átomos serem fundamentais para a compreensão de modernas tecnologias e processos de datação de materiais, eles ainda são pouco explorados no ensino de física das escolas brasileiras. Buscando facilitar a difusão dessa temática tão relevante é proposto a utilização de simuladores computacionais, associado às Metodologias Ativas, Ensino sob Medida e a Instrução pelos Colegas, como forma de ampliar as possibilidades de práticas pedagógicas-metodológicas atribuídas ao ensino de Física e, também, para aumentar o engajamento dos estudantes de maneira ativa no processo de ensino e aprendizagem da temática abordada. A metodologia empregada no trabalho apresenta um caráter quali-quantitativo, sendo aplicada em uma turma de 35 alunos do 1º ano do ensino médio da rede pública, no interior do estado do Pará. Os resultados obtidos, a partir de questionários avaliativos sobre a intervenção didático-pedagógica, evidenciam que a metodologia empregada gerou engajamento dos estudantes nas atividades propostas, além de ter contribuído de maneira significativa para a construção do conhecimento destes estudantes sobre os temas envolvidos.

Palavras-chave: Radioatividade, Simuladores Computacionais, Ensino sob Medida e Instrução pelos Colegas.

Abstract

Although the phenomena associated with the radioactive decay of atoms are fundamental for understanding modern materials dating technologies and processes, they are still little explored in physics teaching in Brazilian schools. Seeking to facilitate the dissemination of this very relevant topic, the use of computer simulators is proposed, associated with Active Methodologies, Just in Time Teaching and Peer Instruction, as a way of expanding the possibilities of pedagogical-methodological practices attributed to the teaching of Physics and, also, to increase student

engagement actively in the teaching and learning process of the topic covered. The methodology used in this research has a qualitative-quantitative character, being applied to a class of 35 students from the 1st year of public high school, in a country city of the Pará state. The results achieved, based on evaluative questionnaires on the didactic intervention, show that the methodology used generated student involvement in the proposed activities, in addition to having contributed significantly to the construction of these students' knowledge on the topics involved.

Keywords: Radioactivity, Computer Simulators, Just in Time Teaching and Peer Instruction.

Introdução

O ensino de Física na educação básica brasileira enfrenta desafios devido a fatores estruturais no sistema educacional. A pouca abordagem de temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) tem gerado discussões acadêmicas sobre as razões dessa lacuna e estratégias para contorná-la (Moreira, 2015).

Uma solução crescente entre os pesquisadores é o uso de metodologias ativas (ma), focadas na participação ativa dos estudantes na construção do aprendizado, através de atividades flexíveis e trabalho em grupo (Studart, 2019). Nesse contexto, o Ensino sob Medida (EsM) e a Instrução pelos Colegas (IpC) se destacam, promovendo o diálogo entre professores e alunos e entre os próprios alunos (Oliveira; Veit; Araujo, 2015). Neste sentido, os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), como sites educativos, laboratórios virtuais e simulações computacionais, também são aliados importantes na prática pedagógica (Wiley, 2000; Almeida; Moran, 2005).

Essa abordagem inspirou uma pesquisa que combinou MA e ODA para ensinar FMC, especificamente sobre o decaimento dos elementos C14 e U238 e suas aplicações na datação de materiais. Isso resultou em um ensino mais dinâmico e uma compreensão mais profunda dos fenômenos pelos estudantes, com análise crítica dos conteúdos.

Procedimentos Metodológicos

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado basicamente em três etapas, descritas a seguir:

1ª Etapa - Escolha do tema

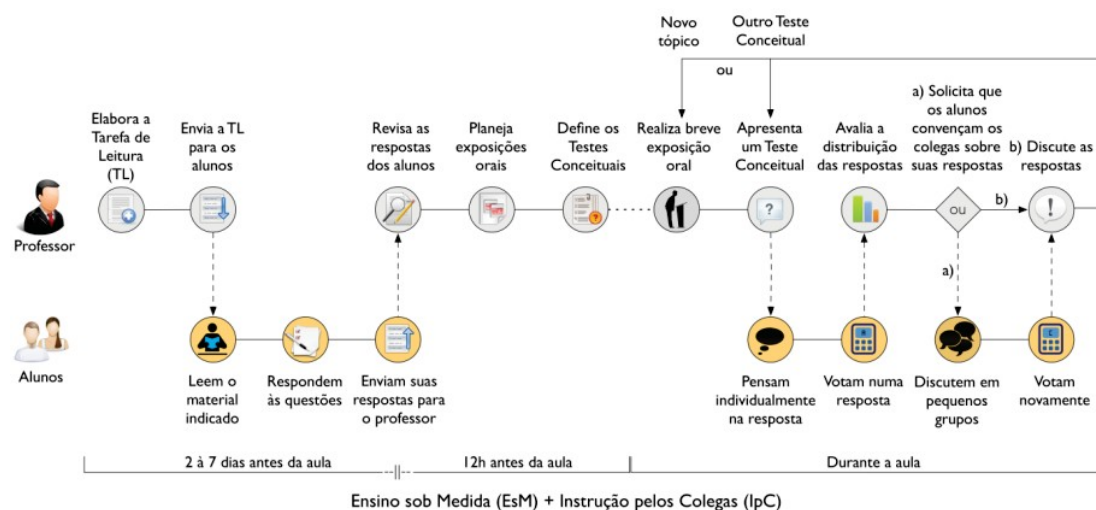
A primeira etapa foi selecionar um tema relacionado à FMC, focando em Radioatividade e os efeitos do Decaimento Radioativo e Datação por Elementos Radioativos (C14 e U238). Esses conteúdos são essenciais devido ao uso de radioisótopos como traçadores e fontes de radiação, importantes em aplicações médicas e tecnológicas, bem como na estimativa da idade de materiais em sítios arqueológicos no sudeste paraense (Silveira *et al.*, 2009).

Embora presentes no cotidiano dos estudantes, esses temas não são explorados nos materiais didáticos para a educação básica no Pará, conforme levantamento bibliográfico realizado. Assim, o tema escolhido é interdisciplinar e regional, alinhado com a BNCC e o DCEPA (Pará, 2021).

2ª Etapa - Elaboração da Sequência Didática

A Sequência Didática (SD) é um procedimento que envolve o planejamento, aplicação dos conteúdos e avaliação do desempenho dos estudantes (Carvalho; Sasseron, 2018). A SD para o ensino do tema Radioatividade, combinando as MA EsM e IpC (conforme a Figura 1), junto com ODA como hipertextos, vídeos do *Youtube*, formulários online e simuladores computacionais dos projetos *PHET* e Física na Escola, está apresentada no Quadro 1.

Figura 1 - Linha do tempo da combinação das MA EsM e IpC



Fonte: (Oliveira; Veit; Araujo, 2015, p. 187)

Quadro 1 - Organização da SD que foi implementada no processo de ensino e aprendizagem

Momentos Pedagógicos	Atividades
Antes da aula	<p>1. Tarefas de Leitura</p> <p>Indicação de textos - “Datação por Radiocarbono e Arqueologia” (https://www.radiocarbon.com/portugues/arqueologia.htm) e “Sequência Cronológica de Ocupação na Área do Salobo (Pará)” (https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ra/article/view/2843) e</p> <p>Videos sobre a temática Radioatividade – “Como funciona a datação por carbono?” (https://youtu.be/lvQa9aGDC_I?si=OeLJlxSuH9VNY1ww) e “Datação por urânio-238” (https://youtu.be/GXRcXKpU3dl?si=-qAbOfTz57-8jhA5)</p> <p>Indicação dos Simuladores Computacionais - Projeto Física na Escola (https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=jadro_zareni&l=pt); (https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=jadro_rozpad&l=pt) e (https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=jadro_rady&l=pt).</p> <p>2. Questionário exploratório sobre as Tarefas de Leitura</p> <p>Questionário via <i>Google Forms</i> - https://forms.gle/viJR4HsJ1emAHaYk6</p>
Durante a aula	<p>Aula expositiva, testes conceituais e práticos:</p> <p>1º Encontro</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aula expositiva e dialogada, buscando uma problematização das Tarefas de Leitura, elucidando dúvidas e questionamentos dos alunos; 2. Correção conjunta do Questionário exploratório – Neste momento, os alunos que obtiveram êxito nas respostas ao questionário são estimulados a instruir os outros colegas e, posteriormente, todos respondem questões conceituais sobre os conteúdos. Se há divergências ocorre uma discussão e votação nas respostas, com suporte do professor para buscar as respostas corretas. <p>2º Encontro</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Proposição de testes práticos com o simulador de datação radioativa do <i>PHET</i> (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/radioactive-dating-game) 4. Verificação de aprendizagem: Após a apresentação de mapas mentais e conceituais sobre Radioatividade, os alunos são instruídos a confeccionar seus próprios mapas sobre Decaimento Radioativo; 5. Debate de encerramento.
Depois da aula	<p>Avaliação do processo de ensino e aprendizagem:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Questionário de avaliação das atividades desenvolvidas - https://forms.gle/GkcWE85XjuRdaPCY8

Fonte: Dados dos autores

3ª Etapa - Intervenção Didático-Pedagógica

A terceira etapa incluiu a aplicação da SD do Quadro 1 em uma turma de 30 alunos do primeiro ano do ensino médio na rede pública de Abel Figueiredo - PA. As atividades "Antes da aula" foram entregues com um prazo de 07 dias e envolveram

28 alunos (93% da turma). Durante as aulas de 2 horas, realizadas em encontros espaçados de 07 dias no laboratório de informática da escola, todos os 30 alunos participaram. O questionário avaliativo também foi entregue com 07 dias de prazo e contou com a participação total da turma. Notavelmente, 93% dos alunos usaram *smartphones* para as atividades antes e depois das aulas.

Resultados e Discussão

Os dados com os resultados do Questionário Exploratório, bem como, a usabilidade e relevância dos ODA na compreensão dos conteúdos estão dispostos, respectivamente, na Tabela 1 e Figuras 2 e 3, a seguir:

Tabela 1 – Distribuição do número e percentagem de acertos no Questionário Exploratório

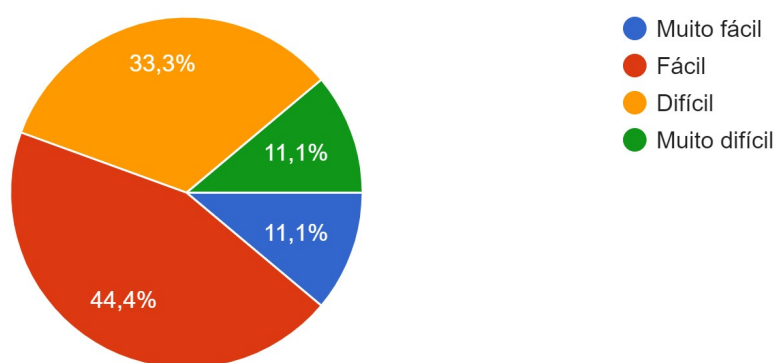
Questão	Número	% de acertos
1	19	68
2	21	75
3	14	50
4	7	25

Fonte: Dados dos autores

Figura 2 - Avaliação da usabilidade dos ODA

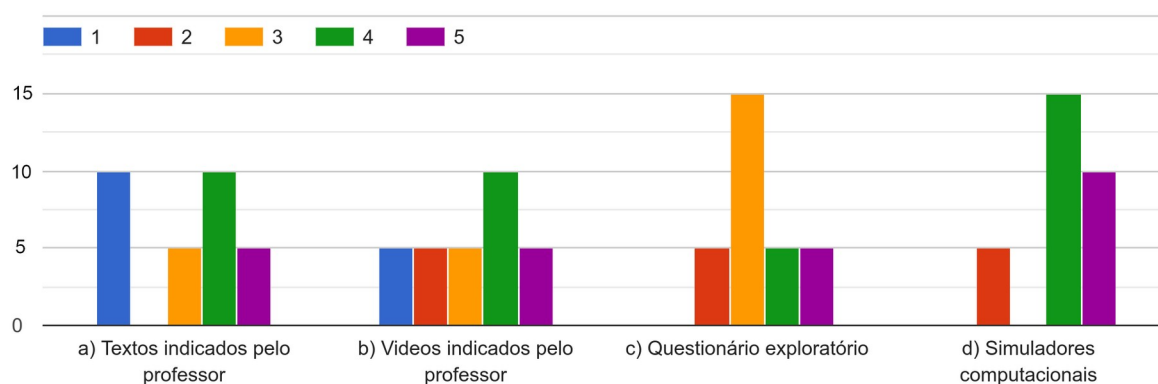
Avalie o quanto foi difícil utilizar Objetos Digitais de Aprendizagem apresentados.

30 respostas



Fonte: Dados dos autores

Figura 3 - Avaliação da relevância dos ODA na compreensão dos conteúdos
 3 - Avalie o quanto os Objetos Digitais de Aprendizagem facilitaram a sua compreensão dos conteúdos ensinados durante as aulas. Na escala, 1 indica a menor pontuação e 5 a maior.



Fonte: Dados dos autores

Os dados da Tabela 1 evidenciam que os alunos compreenderam bem o tema. As três primeiras questões do questionário eram objetivas e podiam ser respondidas usando as simulações computacionais sugeridas, sem a necessidade de muitos cálculos. No entanto, na última questão, que era subjetiva, 75% dos alunos não conseguiram fazer a associação correta sobre as taxas de $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ em resíduos petroquímicos em comparação com organismos vivos, devido ao decaimento dos radioisótopos. Isso foi usado como oportunidade para uma discussão oral sobre o tema, e os sete alunos que entenderam corretamente o conceito foram designados para ensinar seus colegas em grupos pequenos. Isso contribuiu para a aprendizagem da turma, como evidenciado por um teste conceitual oral conduzido pelo professor, que incluiu a discussão entre os alunos e a seleção das melhores respostas, conforme previsto pelas MA adotadas.

Aproximadamente 44% da turma teve alguma dificuldade na utilização dos ODA (confira a Figura 2). As queixas se concentravam nos cálculos matemáticos apresentados nos textos indicados. Para contornar esta dificuldade matemática foi realizada uma atividade prática no 2º Encontro, com um jogo na plataforma *PHET* que possibilita relacionar o tempo de meia-vida dos radioisótopos, com a forma da função exponencial, diminuindo a lacuna de conhecimento matemático dos alunos.

As atividades realizadas com os simuladores computacionais foram o ponto alto da Intervenção Didático-Pedagógica, gerando grande engajamento dos alunos

nas atividades propostas e discussões dentro e fora da sala de aula, sobre os processos de decaimento radioativos e datação apresentados. Isso foi constatado empiricamente durante os encontros, principalmente, no “Debate de encerramento”, onde os alunos apontaram que o dinamismo e atratividade das simulações foram um fator importante para a compreensão dos processos estudados, resultando em compartilhamento de outros materiais e questionamentos sobre a temática de Radioatividade, via Whatsapp, após o fim da intervenção programada para 4 semanas. Além disso, na Figura 3 fica evidente que os simuladores foram os ODA de maior relevância na compreensão dos conteúdos, visto que 25 alunos (83.3%) deram as maiores pontuações para esta categoria de ODA.

A partir da análise das atividades desenvolvidas constatou-se que os estudantes aprovaram o formato da Intervenção Didático-Pedagógica. Ademais, eles reconheceram a relevância dos conteúdos ensinados, para além da sala de aula, como ficou evidente na “Verificação de aprendizagem”, uma vez que 100% dos mapas conceituais/mentais criados pelos alunos relacionaram de alguma forma o decaimento de radioisótopos, com áreas interdisciplinares do conhecimento e tecnologias.

Considerações Finais

Alguns autores destacam a importância das MA na inovação do ensino, especialmente quando combinadas com tecnologias digitais (Costa, 2017; Studart, 2019). Essa abordagem, por meio de SD que incluem ODA, pode promover uma aprendizagem mais significativa, quando comparada aos métodos tradicionais. Desta forma, constatamos que o uso de simuladores computacionais tornou a exploração dos conteúdos sobre Radioatividade mais envolvente, facilitando a compreensão das relações entre variáveis e estimulando a imaginação dos estudantes.

Os resultados obtidos demonstram que a integração de MA e ODA pode melhorar o ensino sobre Radioatividade. Este trabalho busca contribuir para aprimorar o ensino de temas de FMC, especialmente em relação à Radioatividade, oferecendo adaptações relevantes para a realidade brasileira.

Referências

ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. **Integração das tecnologias na Educação: Salto para o futuro**. Brasília: MEC, SEED, 2005.

CARVALHO, A. M. P. de; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de física no ensino médio e a formação de professores. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 43-55, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0004>. Acesso em: 10 de dez. 2023.

COSTA, M. D. Simulações computacionais no ensino de física: revisão sistemática de publicações da área de ensino. **XIII Congresso Nacional de Educação**. Curitiba. 2017. ISSN 2176-1396. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24200_12224.pdf. Acesso em: 10 de dez. 2023.

MOREIRA, M. A. **Orientações sobre o Currículo**. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/orientacoes-sobre-o-curriculo>. 2015. Acesso em: 10 de dez. 2023.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de Experiência com os Métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no Nível Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 1, p. 180-206, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n1p180>. Acesso em: 10 de dez. 2023.

PARÁ. Secretaria de Estado de Educação do Pará. **Documento Curricular do Estado do Pará – Etapa Ensino Médio: Volume II**. Belém: SEDUC-PA, 2021. 522 p. Disponível em: https://www.seduc.pa.gov.br/site/public/upload/arquivo/probncc/ProBNCC_DCEPA-12072021_compressed-3b8b0.pdf. Acesso em: 10 de dez. 2023.

SILVEIRA, M. I. *et al.* Sequência Cronológica de Ocupação na Área do Salobo (Pará). **Revista de Arqueologia**, [S. l.], v. 21, n. 1, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ra/article/view/2843>. Acesso em: 20 abr. 2024.

STUDART, N. Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 3, n. 3, p. 1-24, 2019. Disponível em: <http://www.periodicos.unb.br>. Acesso em: 10 de dez. 2023.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional theory: a definition, a methaphor, and a taxonomy. **The instructional use of learning Objects**. Wiley, D. (Ed.). 2000. Disponível em: <https://opencontent.org/docs/dissertation.pdf>. Acesso em: 10 de dez. 2023.