

**DESVENDANDO A APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA DO CORPO HUMANO
EM AULA PRÁTICA DE EXPERIMENTAÇÃO MEDIADA POR
SMARTPHONE**

**DESVELANDO EL APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA DEL CUERPO
HUMANO EN UNA CLASE DE EXPERIMENTOS PRÁCTICOS MEDIADA
POR SMARTPHONE**

Giovanna Tonzar-Santos

Universidade Federal de São Paulo - Unifesp
tonzar.giovanna@unifesp.br

Camilo Lellis-Santos

Universidade Federal de São Paulo - Unifesp
lellis.camilo@unifesp.br

RESUMO

A experimentação mediada por smartphone (EMS) é uma inovação tecnológica capaz de impactar a aprendizagem dos estudantes e reduzir barreiras de financiamento no ensino de biologia. Neste estudo, foi descrito que uma aula prática de EMS é capaz de promover a aprendizagem de conceitos de frequência cardíaca em licenciandos de biologia mais experientes (EXP) e novatos (NOV). O roteiro da aula prática é objetivo, sistematizado e gera baixo esforço cognitivo intrínseco e externo. Os dados de rastreamento ocular demonstraram que a trajetória ocular de licenciandos NOV é mais difusa, porém com elevada atenção a tabela do roteiro.

Palavras-chave: Experimentação, smartphone, ensino de biologia, ciências da aprendizagem, corpo humano.

Eixo temático: 2. Estratégias, materiais e recursos didáticos para o Ensino de Ciências e Biologia

Modalidade: Pesquisa Acadêmica

RESUMEN

La experimentación mediada por smartphone (EMS) es una innovación tecnológica capaz de influir en el aprendizaje de los estudiantes y reducir las barreras de financiación en la enseñanza de la biología. En este estudio, se describió que una clase práctica de EMS es capaz de promover el aprendizaje de conceptos de frecuencia cardíaca en estudiantes universitarios de biología más expert (EXP) y novatos (NOV). La guía de la clase práctica es objetiva, sistematizada y genera un bajo esfuerzo cognitivo intrínseco y externo. Los datos de seguimiento ocular mostraron que la trayectoria ocular de los estudiantes NOV es más difusa, pero con una alta atención a la tabla de la guía de la clase práctica.

Palabras clave: Experimentación, smartphone, enseñanza de la biología, aprendizaje de las ciencias, cuerpo humano.

Eje temático: 2. Estrategias, materiales y recursos didácticos para la enseñanza de las ciencias y la biología

Modalidad: Investigación Académica

INTRODUÇÃO

A experimentação é essencial para aprendizagem de ciências desde a sua origem até o desenvolvimento das descobertas mais contemporâneas. O método científico carece da experimentação para empregar as estratégias de falseabilidade e comprovar hipóteses. Todavia, o ensino de biologia foi perdendo o caráter experimental e assumiu uma dinâmica de aprendizagem teórica com avaliações de conceitos científicos desconexos com aplicabilidade no cotidiano (KRASILCHIK, 2000). Na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio propõe-se resgatar os elementos estruturantes das Ciências da Natureza pela inclusão curricular da habilidade EM13CNT301 como pontos focais da competência específica 3, que aborda a análise de situações-problema e avaliação de aplicações do conhecimento científico (BRASIL, 2018). Nessa recomendação espera-se que os estudantes sejam educados para estarem aptos a:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.” [BRASIL, 2018, p.559]

Como consequência das demandas desse documento regulamentador, faz-se necessário que os professores de biologia estejam capacitados para aplicar práticas pedagógicas que explorem essa competência em seu mais alto nível.

Apesar de os estudos orientarem para uma formação docente mais pedagógica e aplicada do conteúdo curricular como solução para o desenvolvimento de uma educação contemporânea e com foco na aprendizagem dos estudantes (SHULMAN, 1986), no Brasil os desafios para superar a desigualdade ainda apontam para uma defasagem na formação dos educadores ou continuam a culpabilizá-los como parte responsável do mau desempenho educacional dos brasileiros (OCDE, 2021). Como se não fosse laborioso o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo no repertório didático dos professores, atualmente tem-se estimulado a necessidade de avanços no conhecimento

tecnológico pedagógico do conteúdo ou TPACK (do inglês, *Technological Pedagogical Content Knowledge*) (MISHRA, KOEHLER, 2006). O domínio das tecnologias educacionais vigora entre os requisitos de competências docentes para o ensino no século XXI. Todavia, professores, oriundos de gerações mais antigas ou estudantes de licenciatura de universidades comerciais, são acometidos por uma formação docente deficitária e privados de trajetórias formativas que os capacitem para explorar as tecnologias educacionais em seu espectro mais qualificado e futurista (HOWARD, 2013). Um estudo revelou que educadores da área de biologia experimental utilizam os *smartphones* de forma simplista, onde os equipamentos servem apenas para veicular informação na forma de arquivos ou para comunicação fora da sala de aula (LELLIS-SANTOS, HALPIN, 2018). Apenas 31,4% dos professores foi capaz de indiciar que os *smartphones* poderiam ser utilizados para realização de aulas práticas. Assim, é evidente a necessidade de se elaborar práticas formativas para expor professores de biologia durante formação inicial ou continuada sobre as potencialidades do uso de *smartphones* como aliados das boas práticas pedagógicas.

Os *smartphones* podem ser a alternativa mais adequada e econômica ao uso de fisiógrafos, que custam aproximadamente R\$ 80.000,00, para aulas práticas de experimentação em biologia do corpo humano. Os *smartphones* contribuíram para solucionar a defasagem de aprendizagem imposta pela ausência de aulas práticas durante o ensino remoto realizado ao longo da pandemia da COVID-19 (LELLIS-SANTOS, ABDULKADER, 2020). Mesmo estando em suas casas, os estudantes foram capazes de realizar experimentos científicos ao utilizarem seus *smartphones* como Laboratórios de Aprendizagem Móvel ou *MobLeLabs* (do inglês, *Mobile Learning Laboratories*). Os *MobLeLabs* são aplicativos (apps) para *smartphones* que utilizam sensores embutidos ou externos para detectar variáveis reais do corpo humano, tais como frequência cardíaca, frequência respiratória, concentração da urina, volumes respiratórios, ondas cerebrais, etc.

Neste estudo buscou-se compreender como uma aula prática de experimentação mediada por *smartphone* (EMS) pode contribuir para aprendizagem de conceitos de biologia cardiovascular em estudantes de licenciatura em biologia em diferentes estágios de formação. O estudo se concentrou em demonstrar e comparar os efeitos da EMS na

aprendizagem de conceitos de frequência cardíaca e metodologia científica, esforço cognitivo e foco atencional, por meio de técnicas de neurociências da aprendizagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Estudantes de licenciatura em biologia com domínios e experiências diferentes em experimentação mediada por smartphone foram divididos em dois grupos: grupo experts (EXP) e grupo novatos (NOV). Aceitaram participar do estudo, cinco estudantes EXP, que já foram monitores da disciplina Corpo Humano: Estrutura e Função, portanto já atuaram como instrutores nas aulas práticas envolvendo EMS, e quatorze estudantes NOV, que são licenciandos do primeiro ano que nunca tiveram contato com aulas práticas envolvendo EMS, portanto são mais representativos de uma população de jovens que terminaram o ensino médio recentemente. Todos os estudantes eram maiores de 18 anos e consentiram participar da pesquisa após assinar o termo de consentimento livre e esclarecido referente ao projeto de pesquisa submetido e aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa da Unifesp (CAAE: 69850223.3.0000.5505).

Os estudantes foram submetidos a uma aula prática de EMS, cujo roteiro envolvia 4 tarefas: I) Tarefa 1 - medir a frequência cardíaca basal, calcular a frequência e anotar na tabela; II) Tarefa 2 – pedir para a “cobaia” executar o teste de esforço mental, medir a frequência cardíaca após o teste, calcular a frequência e anotar na tabela; III) Tarefa 3 – pedir para a “cobaia” executar o teste de esforço físico, medir a frequência cardíaca após o teste, calcular a frequência e anotar na tabela; IV) Tarefa 4 – desenhar um gráfico de barras com os dados obtidos.

A aprendizagem dos estudantes foi avaliada pelo método de pré e pós-teste, onde os participantes responderam a um questionário de conceitos sobre frequência cardíaca e metodologia científica. As questões eram do tipo 2 níveis, primeiramente os estudantes julgavam como verdadeira ou falsa uma dada informação e, em seguida, indicavam o nível de segurança na resposta dada numa escala de 1 a 5, onde 1 significava “totalmente inseguro(a)” e 5 significava “totalmente seguro(a)”. A pontuação de cada indivíduo foi calculada de forma calibrada, onde cada acerto direcionava o valor recebido a partir do nível de segurança. A pontuação para cada questão variava de 5 a -5, onde os valores positivos se referem a acertos e valores negativos se referem a erros. O valor máximo a ser obtido por um estudante era de 50 pontos para a pontuação total. A aprendizagem

percebida foi analisada por uma avaliação de questão de conhecimento sobre frequência cardíaca com níveis de 0 a 10. A aprendizagem percebida se refere à percepção de conhecimento que os participantes possuíam antes de participar da aula prática e a percepção do conhecimento adquirido após participar da aula prática. Enquanto a aprendizagem real se refere à pontuação obtida pelos estudantes nos questionários de conceitos aplicados antes e após participação da aula prática de EMS.

Para identificar a exigência cognitiva gerada na realização da aula prática de EMS pelos estudantes, foi utilizado o Questionário do Esforço Cognitivo (CLQ - *Cognitive Load Questionnaire*) desenvolvido por Leppink et al. (2014), que é estruturado na forma de escala *Likert*. Os participantes devem julgar as afirmações por meio de uma escala que varia de 1 a 9, onde 1 equivale “Não é o caso de jeito nenhum” e 9 equivale a “é completamente o caso”. O CLQ possui 3 seções, onde as 04 primeiras afirmações identificam o esforço cognitivo intrínseco; as afirmações de 05 a 08 identificam o esforço cognitivo externo; e as 04 últimas afirmações identificam o esforço cognitivo relevante.

O estudo de rastreamento ocular foi realizado com o Tobii Pro 3 glasses, calibrado para cada participante. O Tobii Pro 3 glasses é binocular, operado em 100Hz, de calibração de ponto único e foi utilizado apenas pelo estudante para identificação da trajetória ocular nos roteiros de aula prática. Os dados foram armazenados e analisados a partir do Tobii Pro Lab software.

Os dados foram analisados por meio dos testes estatísticos Mann-Whitney ou Kruskal-Wallis conforme a comparação entre grupos e respeitando os testes de normalidade. Os resultados estão apresentados como média \pm desvio padrão e o nível de significância adotado foi de $P < 0,05$.

RESULTADOS

Como pode ser observado na Tabela 1, os estudantes EXP possuem desempenho superior e significativo nas questões totais em relação aos estudantes NOV. Esse fato demonstra que a experiência provê conhecimento para os EXP, que já vivenciaram esse tipo de estratégia didática. No entanto, a exposição dos NOV a uma aula prática de experimentação mediada por smartphone foi capaz de aumentar significativamente a aprendizagem total (Pré 17,92 \pm 12,05 vs Pós 31,08 \pm 11,99; $P = 0,01$). Os resultados de

aprendizagem real acompanham a aprendizagem percebida. Os estudantes EXP não perceberam um ganho significativo de aprendizagem porque a percepção de conhecimento prévio sobre frequência cardíaca já era elevada. No entanto, a aprendizagem percebida aumentou para os estudantes NOV após participarem da aula prática de EMS (NOV Pré 6,5 ±1,79 vs Pós 8,14 ±1,22; P < 0,05).

Tabela 1. Aprendizagem real e percebida de conceitos por estudantes experts (EXP) e novatos (NOV).

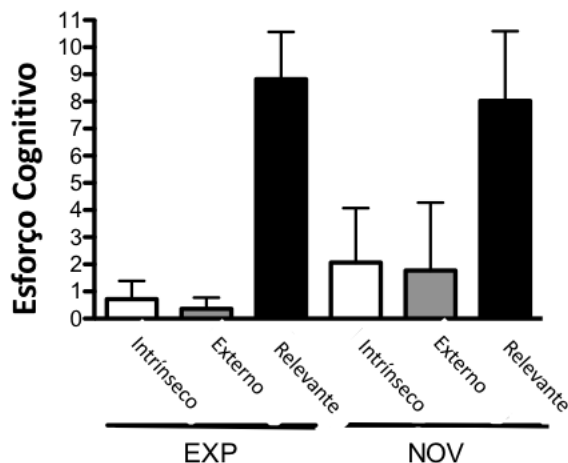
	Experts		Novatos	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Aprendizagem Real				
Aprendizagem	35,50 ±4,12 ^a	45,50 ±5,06 ^a	17,92 ±12,05 ^b	31,08 ±11,99 ^c
Aprendizagem Percebida				
Aprendizagem	8,0 ±0,45 ^a	9,2 ±1,22 ^a	6,5 ±1,79 ^b	8,14 ±1,35 ^c

* letras diferentes indicam diferença estatística

Fonte: Própria dos autores

Ambos os grupos de estudantes apresentaram semelhança nos índices de esforço cognitivo (Fig. 1), com elevados e significativos índice de esforço relevante em relação aos esforços intrínseco e externo (EXP 8,82 ±1,74 / NOV 8,03 ±2,56). Embora os esforços intrínseco e externo dos NOV tendam a ser mais elevado do que dos EXP, os resultados não foram estatisticamente significativos.

Figura 1: Esforço cognitivo dos estudantes experts (EXP) e novatos (NOV).

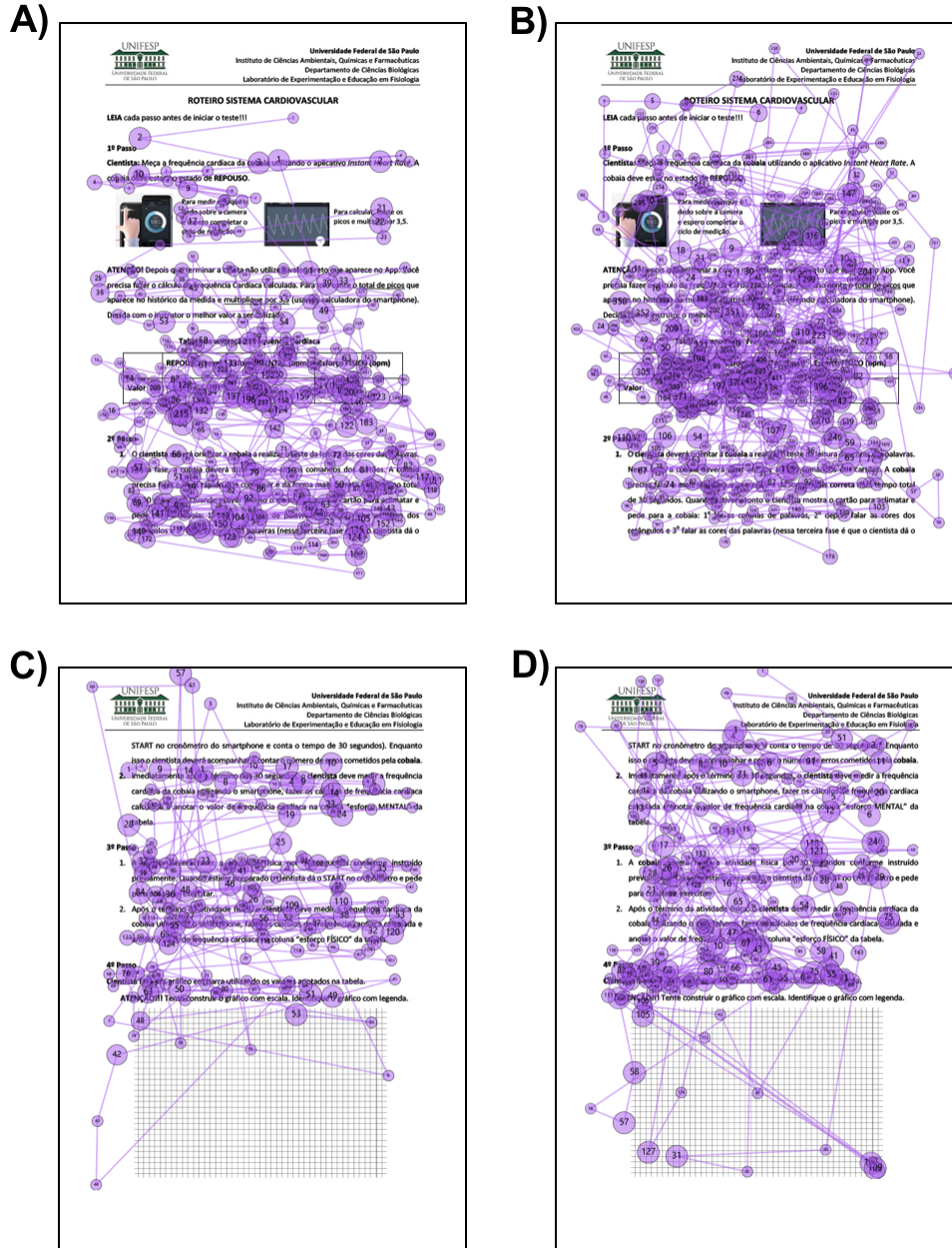


Fonte: Própria dos autores

Como pode ser observado na Figura 2a-b, há diferenças no padrão da trajetória ocular na página 1 do roteiro. De modo geral, os estudantes EXP utilizaram o roteiro de forma objetiva e específica, com bastante foco na leitura das instruções do roteiro. As instruções em forma de imagem não foram visitadas pelos EXP. Em contrapartida, os estudantes NOV fizeram uma leitura mais difusa do roteiro, utilizaram as imagens ilustrativas e se dispersaram com elementos não instrucionais como o cabeçalho. Cabe notar que a tabela foi a região de maior foco em ambos os grupos, sobretudo no local de anotação do valor de Fc da tarefa 2 (teste de esforço mental). Além disso, é visível que os NOV dedicaram menor atenção à leitura da instrução da tarefa 2 quando comparado com os EXP. Nesse mesmo trecho instrucional, os EXP se atentaram muito ao tempo que o teste da tarefa 2 deveria ser executado pois houve maior atenção na palavra “30 segundos”. Isso demonstra que os EXP tinham uma preocupação maior com os aspectos metodológicos para garantir a realização adequada dos testes do roteiro da aula prática.

Similarmente, os estudantes EXP dedicaram mais atenção lendo as instruções da página 2 do roteiro quando comparados com os estudantes NOV (Figura 2c-d). Os estudantes NOV novamente fizeram uso mais difuso das informações contidas na página, mas dedicaram mais atenção na leitura das instruções para construção do gráfico. A palavra “ATENÇÃO” escrita nas instruções do gráfico cumpria a função de chamar a atenção para leitura, porém os estudantes NOV criaram gráficos de forma equivocada ao que instruíam o comando do roteiro da aula prática.

Figura 2: Rastreamento ocular dos estudantes experts (EXP) e novatos (NOV). A) Trajetória ocular na página 1 pelos EXP. B) Trajetória ocular na página 1 pelos NOV. C) Trajetória ocular na página 2 pelos EXP. D) Trajetória ocular na página 2 pelos NOV.



Fonte: Própria dos autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experimentação mediada por smartphone é uma metodologia com elevado potencial para incentivar professores e estudantes de biologia explorarem a biologia experimental. A aula prática que criamos se demonstrou eficaz na promoção da aprendizagem de

conhecimentos sobre frequência cardíaca e metodologia científica. O roteiro de aula prática é objetivo e não gerou demasiado esforço cognitivo intrínseco nem externo nos licenciandos em etapa inicial ou licenciandos mais experientes. Os estudos de atenção, pela análise da trajetória ocular, revelaram que o nível de experiência influencia na competência de ler e executar um roteiro de aula prática.

É válido salientar que estes resultados podem contribuir para aumentar o repertório de estratégias didáticas dos professores de biologia, que poderão executar aulas práticas em contexto de escassez de material, apenas utilizando smartphones. Os recursos limitados para aquisição de equipamentos e insumos para aulas práticas de biologia do corpo humano poderão ser superados pelo método alternativo que apresentamos neste estudo. Ainda, a formação de professores de biologia deve enfatizar as aulas experimentais para que mais protocolos alternativos sejam criados, testados e aplicados nas salas de aula de biologia das escolas brasileiras.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 6 maio 2024.

HOWARD, S. K. Risk-aversion: Understanding teachers' resistance to technology integration. **Technology, pedagogy and Education**, v. 22, n. 3, p. 357-372, 2013.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, p. 85-93, 2000.

LELLIS-SANTOS, C.; HALPIN P. A. Workshop report: Using Social Media and Smartphone Applications in Practical Lessons to Enhance Student Learning (Búzios, Brazil, August 6–8, 2017). **Advances in Physiology Education**, v. 42, n. 3, p. 340-342, 2018.

LELLIS-SANTOS, C.; ABDULKADER, F. Smartphone-assisted experimentation as a didactic strategy to maintain practical lessons in remote education: alternatives for physiology education during the COVID-19 pandemic. **Advances in Physiology Education**, v. 44, n. 4, p. 579-586, 2020.

LEPPINK, J., PAAS, F.; VAN GOG, T.; VLEUTEN, C. P.; MERRIENBOER, J. J. Effects of pairs of problems and examples on task performance and different types of cognitive load. **Learning and instruction**, v. 30, p. 32-42, 2014.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

OCDE. A educação no Brasil: uma perspectiva internacional. 2021. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-in-brazil_60a667f7-en. Acesso em: 06 maio 2024.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.