

METODOLOGIA ATIVA PARA ENSINO DA FISIOLOGIA HUMANA

Tiago Souza dos Santos ¹

Fernanda Possamai ²

RESUMO

Ensinar e aprender fisiologia não é uma tarefa fácil. A maioria dos estudantes não vê aplicabilidade naquele conteúdo que lhe é passado e o professor, muitas vezes, não consegue passar ao aluno o que é realmente necessário. Existem diferentes metodologias que colocam o aluno do centro do aprendizado, dentre elas, a aprendizagem baseada em animação (ABL: Animation-Based Learning). A ABL é um método que usa de animações para facilitar o aprendizado através de modelos interativos. Baseado nisso, nosso objetivo foi avaliar o efeito deste método sobre o aprendizado de fisiologia. Métodos: alunos matriculados na disciplina de fisiologia do curso de nutrição tiveram seu desempenho comparado após serem submetidos ao ensino através do método tradicional (condição controle) e por meio da ABL (situação experimental). No método tradicional foram aulas expositivas e, o método ABL foi composto por animações de modelos estruturais e funcionais, criados e implementados pelos alunos. Os alunos tiveram acesso direto a sua evolução por meio de avaliações formativas e seu desempenho nas avaliações, D1 e D2, foi usado para comparações entre as duas condições experimentais. Resultados: quando submetidos ao ABL, os alunos alcançaram notas iguais que quando submetidos ao método tradicional, mesmo dedicando menos tempo para estudar. Além disso, análises dos dados qualitativos, indicam que os alunos têm preferência em estudar via ABL em relação ao método tradicional, têm mais facilidade em memorizar o conteúdo e aplicar os conceitos, além de participar mais das aulas e achar a forma ativa de aprendizagem mais impactante.

APOIO FINANCEIRO: INSTITUTO ANIMA; ANIMA EDUCAÇÃO; PRÊMIO PE. MAGELA.

Palavras-chave: Metodologias ativas; Aprendizagem baseada em animações, Fisiologia.

INTRODUÇÃO

O ensino/aprendizado da disciplina de fisiologia, como parte da gama de ciências básicas obrigatória a todos os cursos de saúde, não é uma tarefa fácil (Colthorpe et al., 2018). Como principais razões deste fenômeno, podemos citar a natureza interdisciplinar desta disciplina que demanda do aluno conhecimentos no mínimo básicos de bioquímica, anatomia e biologia molecular; a característica conceitual da disciplina que exige do aluno complexo poder de abstração para conceber fenômenos fisiológicos/funcionais mentalmente, na ausência de modelos (*in vivo*) práticos; a extensa lista de conteúdos que o currículo exige que o professor cubra e a falta de aplicabilidade clínica/prática em curto prazo que o aluno do primeiro ano não consegue vislumbrar (MODELL, 2007; TUFTS E HIGGINS-OPITZ, 2009; veja outros fatores aqui: MICHAEL, 2007).

A maioria dos alunos dos cursos de graduação, da área da saúde ou não, ainda tem acesso a um novo assunto via o formato tradicional de aula expositiva dialogada (às vezes, monologada!) com o professor utilizando como únicos recursos o quadro e exposição em

¹ Professor da Unisociesc, Jaraguá do Sul- SC, Doutor em Neurociência santos.ts@hotmail.com;

² Professora da Unisociesc, Jaraguá do Sul- SC, Mestra em Ciências Fisiológicas fpossamai@gmail.com;

powerpoint. A posição do aluno neste cenário é de passividade, esperando construir um conhecimento baseado no conteúdo que lhe é transmitido pela figura central do professor (KRÜGER E ENSSLIN, 2013; CALLEGARO E ROCHA, 2016). Entretanto, técnicas pedagógicas alternativas vem se tornando mais comuns e diversos professores têm se esforçado para encontrar métodos mais eficientes que facilitem a retenção da informação e o aprendizado por parte do aluno (VIEIRA, 2014; PARA REVISÃO VER MELLO ET AL., 2014; para revisão do ensino em fisiologia ver: GOODMAN et al., 2018). Estes métodos pedagógicos variam consideravelmente as formas pelas quais a informação é trabalhada. Entretanto, a maioria delas é baseada em metodologias ativas de ensino/aprendizagem. Este tipo de metodologia tem se mostrado mais engajadora (WELSH, 2012), mais eficiente (MICHEL et al., 2009; CUI, 2013; revisão sistemática com metanálise, (FREEMAN et al., 2014) e positivamente avaliada pelos estudantes em comparação às aulas expositivas (QUINTANILHA ET AL., 2018).

Com respeito ao uso de metodologias ativas no ensino da disciplina de fisiologia, os primeiros estudos parecem terem sido conduzidos pelo grupo do professor Joel Michael em parceria com a professora Dee U. Silverthorn (autora de um dos livros mais citados em ementas de fisiologia, Fisiologia Humana, uma abordagem integrada), do Departamento de Fisiologia do Rush Medical College, em Chicago, USA, no final dos anos 90 e começo dos anos 2000. Eles compilaram diversas interpretações errôneas persistentes que os alunos conservavam mesmo após terem frequentado diversas aulas; a teoria era que estes alunos processavam as informações através de modelos mentais falhos, mas basicamente, por não assimilarem o que deveriam aprender (MICHAEL et al., 1998). Eles lidaram com estes problemas, ajudando os alunos a corrigirem as falhas dos modelos mentais após criarem ambientes que facilitassem o aprendizado centrando o aluno como ator principal do processo. O ambiente em questão era os laboratórios de aula prática onde os alunos criavam hipóteses e realizavam experimentos para testar os conceitos expostos e comprovar ou refutar as hipóteses levantadas; neste processo, a “descoberta” dos resultados surgia como uma forma mais significativa de conceber os fundamentos do que era estudado e facilitava o aprendizado (MODELL et al., 2000).

A partir de então, diversos têm sido os métodos testados para impulsionar o aprendizado em fisiologia e facilitar correlações entre os conceitos básicos desta disciplina com temas comuns da prática clínica. Dentre estes métodos podemos citar o ensino híbrido (ELMER et al., 2016 e WANG et al., 2018), ensino eletrônico (usando computadores, FELDER et al., 2013 e LONGMUIR, 2014; ou smartphones, KUKOLJA E TARADI, 2016),

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br

ensino baseado em problemas (PBL, SINGH et al., 2018), instrução por pares (RAO e DICARLO, 2000; RANGACHARI, 2010) ou grupos (SINGH et al., 2018), processo de aprendizagem orientado por inquérito guiado (BROWN, 2010), contato precoce com pacientes (VYAS E SATHISHKUMAR, 2012), jogos, vídeos e debates (MONTREZOR, 2016), uso de modelos (LADAGE et al., 2018; ALBUQUERQUE et al., 2018) e estudos de casos clínicos (HIGGINS-OPITZ E TUFTS, 2010). Os resultados destes estudos apontam que estas metodologias encorajam os estudantes a interagir com seus colegas e os estimula a raciocinar sobre os mecanismos fisiológicos em busca de um significado causal para o fenômeno ou conceito que estão estudando. Uma revisão publicada este ano apresenta uma reflexão sobre as práticas centradas no aluno, entendidas como as melhores metodologias ativas pelos autores (GOODMAN et al., 2018).

Pensando nisso, o presente projeto tem como objetivo desenvolver um método que incentive o uso de criatividade, trabalho em grupos, uso de tecnologia e solução de problemas, baseado em construções de modelos animados de estruturas ou fenômenos fisiológicos sobre os temas centrais dos diferentes sistemas corporais estudados na disciplina. Estudos sobre o uso de modelos para este fim mostram que tal método foi mais eficaz que os demais métodos avaliados. Um destes estudos, utilizou um dispositivo eletrônico para simular vias sensoriais da visão e permitia visualizar também, através de curto circuitos, os possíveis sintomas deletérios de lesões nestas vias (LADAGE et al., 2018). O resultado deste estudo mostrou que somente os alunos que puderam interagir com o dispositivo foram melhores que o grupo controle (aula expositiva); a simples observação de outro aluno usando, não teve efeito significativo sobre o aprendizado. Estes achados mostram que o uso deste tipo de dispositivo tem certo efeito sobre o aprendizado, mas dada a complexidade do modelo, é muito difícil de ser replicado. Além disso, ele foi criado exclusivamente para avaliar os efeitos de uma lesão específica em um circuito específico (visual) que leva a um tipo de lesão também muito seletivo. Estes estudos nos mostram que estratégias de ensino baseado em modelos podem funcionar, entretanto, algumas adaptações são necessárias para torná-lo mais acessível, replicável, aberto a perguntas diferentes e que represente o dinamismo e integralidade dos mecanismos fisiológicos.

Neste sentido, pensamos em desenvolver uma estratégia de ensino baseada no uso de modelos animados. Tais animações são recursos comuns em websites educativos e juntam, ao mesmo tempo, facilidade de uso (tecnologia *user friendly*), livre acesso, didática de fácil entendimento, grande capacidade de representação de fenômenos dinâmicos e interação com o usuário (estudante) que facilita o aprender a aprender (veja e aprenda matemática com este

exemplo: stmath.com; e estimule um neurônio com este: phet.colorado.edu). Tal metodologia, chamada por alguns autores de aprendizagem baseadas em animações (ABL, *animation-based learning*) já apresentou bons resultados quando comparada à aulas expositivas com auxílio do de slides (KHAN et al., 2013), e mais atraente que aulas em que o professor utiliza apenas o quadro negro (BHATTI et al., 2015). Estes dois trabalhos foram realizados por pesquisadores paquistaneses. Não foi encontrado outro trabalho que utilize tal nomenclatura, ABL. Dois estudos publicados por um pesquisador australiano (LOWE 2003, 2004), apesar de não usar o termo ABL, também compara o uso de animações com aulas tradicionais e encontrou efeitos parecidos. Estes estudos demonstram que o uso de animações em sala de aula tem um efeito mais positivo que metodologias tradicionais pois estas ainda representam um material de ensino estático em um ambiente em que o aluno assiste à aula passivamente.

Com base nisso, acreditamos que uma estratégia em que os próprios alunos planejem, criem, interagem uns com os outros e com a ferramenta pedagógica para entender fenômenos e mecanismos fisiológicos complexos, pode ajudar o aluno a conceber melhor o significado dos conceitos trabalhados. Além disso, uma metodologia interativa, que permita ao aluno responder perguntas de cunho clínico, pode auxiliar ao aluno do primeiro ano, veja sentido e aplicação do que está sendo estudado. Desta forma, vemos este projeto como um meio adequado de fomentar a inovação no ensino superior e uma ótima oportunidade de avaliar o efeito das metodologias ativas sobre a aprendizagem dos nossos acadêmicos. Vamos propor uma metodologia de aprendizagem ativa baseada em animações interativas que possibilitem aos alunos criar, implementar, responder problemas e refletir sobre os principais conceitos trabalhados na disciplina de fisiologia.

METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

A pesquisa foi realizada na Universidade UNISOCIESC, Unidade Jaraguá do Sul e abrangeu o curso de Nutrição com 36 alunos. O professor da disciplina seguiu o cronograma conforme detalhado na ementa e o plano da disciplina enfatizando os objetivos de aprendizagem proposto para determinado assunto.

1) Análise do perfil de estilo de aprendizagem: No primeiro dia de aula, os alunos responderam o questionário ILS (*Index of Learning Styles*) que analisa o estilo de aprendizagem usado pelo aluno ao estudar algum assunto. Este questionário foi elaborado por Richard M. Felder e Linda K. Silverman (validado no artigo publicado por FELDER E

SOLOMAN, 2005), e pode ser respondido online neste site: www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/.

2) Questionário pós-prova: Aplicado na aula seguinte após a avaliação de desempenho (D1 e D2), quando o aluno já tinha conhecimento da sua nota. Nesse questionário foi avaliado o tempo (horas) em que o aluno estudou para aquela prova, assim como, as estratégias de estudo que ele utilizou (estudou por slides, vídeos, livros e/ou estudo com os colegas). Também avaliou o efeito do método sobre diversas variáveis que podem ter contribuído para o seu desempenho. Por fim, uma ou duas questões abertas onde o aluno poderia expressar livremente a sua opinião sobre o método de ensino utilizado.

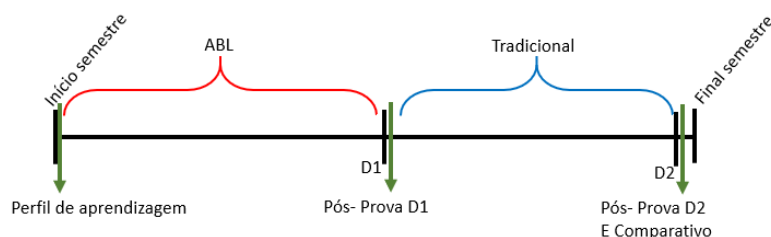
3) Questionário Comparativo: Ao final do semestre, os alunos responderam um questionário, onde eles nos indicam a sua impressão sobre os métodos, através de questões objetivas e abertas, comparando o ABL com o método tradicional.

As turmas foram organizadas em duas condições de experimento (controle e experimental), sendo que, cada aluno seria seu próprio controle.

Condição Experimental (ABL): Iniciamos o semestre letivo com o método ABL, e prosseguimos até a primeira avaliação de desempenho (D1), conforme Figura 1. Cada aula iniciava com uma apresentação expositiva do assunto e conceitos que seriam trabalhados naquele dia, assim como, o objetivo daquela aula (1 hora/aula). Após essa etapa, a turma era dividida em grupos do máximo 5 pessoas (divisão era feita pelos próprios alunos). Os materiais eram distribuídos entre os grupos e as instruções repassadas para a turma. Os alunos tinham o tempo estimado de 2,5 horas/aula para desenvolver a atividade e criar a animação no aplicativo.

Condição Controle: Iniciaram após a prova de desempenho D1, compreendendo todo o assunto de D2, conforme Figura 1. A aula expositiva foi ministrada com auxílio de projetor multimídia e quadro branco, com duração média de 3,5 horas/aula. As aulas poderiam apresentar algum tipo de animação ou vídeo, porém, não permitia interação com os alunos.

Figura 1- Linha do tempo demonstrando os métodos de ensino e a aplicação dos questionários.



Fonte: os autores

Independentemente do método utilizado, nos últimos 20 minutos da aula, os alunos foram submetidos a um quiz com 5 questões objetivas. O feedback do quiz era dado logo após o término do teste e os alunos tiveram acesso ao seu desempenho imediatamente. O desempenho do aluno nos *quizzes*, foi usado como nota para as avaliações formativas (essas avaliações não entraram na análise). As avaliações formativas foram feitas via aplicativo *Plickers*, onde o feedback era passado instantaneamente para o aluno e para o professor, com este dado, o professor podia dar mais ênfase nas questões com maiores dificuldades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após cada avaliação de desempenho, foi aplicado o questionário para obter dados qualitativos sobre a metodologias. Com este instrumento, também obtivemos dados sobre as horas de estudo que os alunos dedicaram para cada uma das avaliações. Os dados de desempenho, foram obtidos com as avaliações D1 e D2: D1, avaliou representa o efeito do método ABL e, D2, o método Tradicional.

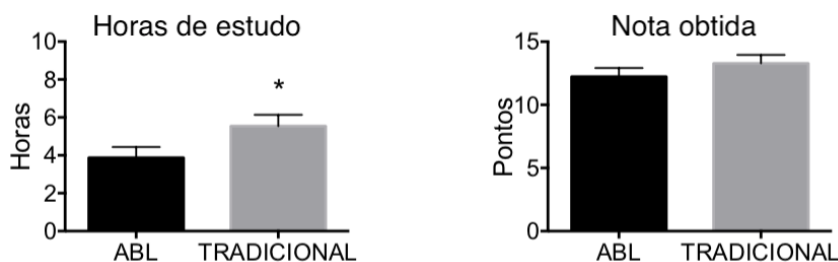
Comparando o desempenho dos alunos em cada um dos métodos, observamos que em ambos, os alunos alcançaram notas muito parecidas (Figura 2). O teste estatístico utilizado, não apontou nenhuma diferença entre o método ABL e o método tradicional. Ou seja, não observamos na nota, a vantagem que pensávamos que veríamos ao usar uma metodologia ativa. Observamos, entretanto, diferença entre os métodos no quesito, horas de estudo pré cada avaliação. Na avaliação que o assunto foi abordado com o método ABL (primeira avaliação), os alunos passaram menos tempo estudando ($4,8 \pm 3,2$ horas), quando comparado às horas que dedicaram ao estudo pré-prova na condição tradicional ($7 \pm 5,4$ horas). Portanto, podemos deduzir que a vantagem do ensino através de uma metodologia ativa, pode estar implícita na capacidade deste aluno atingir o mesmo desempenho nas avaliações, sem, entretanto, precisar estudar tanto. Este fato, talvez seja reflexo de complexos mecanismos de aprendizagem que nossos alunos possam ter experienciado, mas que as ferramentas de evidência que utilizamos (questionário e avaliações do estilo prova), não foram capazes de captar. Em relação ao não termos observado diferença entre os métodos quando comparamos o desempenho dos estudantes, uma ressalva deve ser feita, entretanto. A D1 testou somente o efeito do ABL, pois, até este momento, os alunos receberam aula somente por este método. A D2, realizada ao final do segundo bimestre, avaliou “diretamente” o efeito do método tradicional; entretanto, não podemos descartar que, “indiretamente”, o desempenho dos alunos nesta avaliação também tenha sofrido influência do ABL. Portanto, o desempenho que os

alunos obtiveram na segunda avaliação, pode ter sido igual à primeira, pelo fato de os mesmos estarem já, “carregando” os efeitos da exposição ao ABL. Mas claro, isto é só uma hipótese a ser estudada. Já estamos implementando testes em turmas que serão expostas somente a um ou outro método, de maneira que possamos isolar os efeitos de cada um.

Além disso, não podemos descartar a hipótese de que a nota obtida com o método tradicional ter saído similar ao ABL, possa estar relacionado ao fato de a D2 ser a última avaliação de desempenho exclusiva da disciplina e, portanto, o aluno se dedica mais para recuperar a nota baixa da D1.

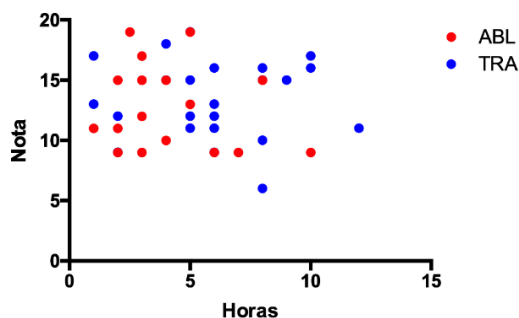
Tratando ainda sobre a relação horas de estudo x nota, testamos diferentes formas de apresentação dos dados e, quando observamos estes dados em gráficos de dispersão, vimos que há uma tendência de separação entre os dados do ABL e do método Tradicional (Figura 3). Podemos observar na figura 3 que os dados do ABL, em vermelho, se agrupam, no eixo X, entre 0 e 5 horas; já os dados do Tradicional, os dados se espalham entre 0 e 13, com a maior parte, agrupada entre 5 e 10. Análises futuras que estamos planejando, tentarão separar estas populações e identificar a possibilidade de previsibilidade de nota, caso o aluno estude “x” horas, dependendo do método de estudo.

Figura 2- Gráficos A, demonstrando a média de horas que os alunos estudaram para a primeira (ABL) e segunda (TRADICIONAL) avaliação. Gráfico B: Mostrando a média de pontuação nessas duas avaliações



Fonte: os autores

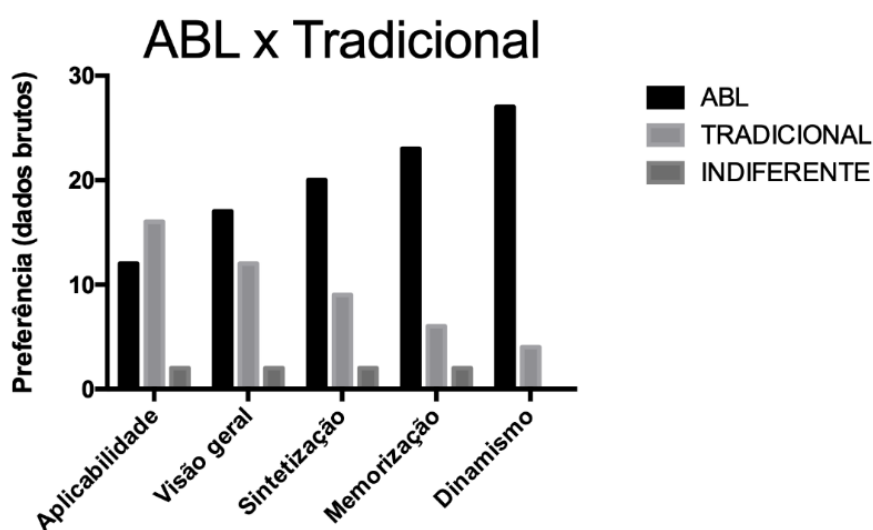
Figura 3- Gráfico de correlação de horas estudadas e pontuação atingida nas avaliações.



Fonte: os autores

A análise qualitativa comparando a preferência por um ou outro método, dentre diferentes variáveis relacionadas à aprendizagem, observamos ampla vantagem do ABL. Conforme o gráfico abaixo (figura 4), os alunos apontaram o método ABL como uma ferramenta mais dinâmica no processo de aprendizagem, que facilita a memorização do assunto e que consegue sintetizar os principais conceitos. Durante a aplicação do método, sentimos que os alunos estavam inteiramente engajados na construção da animação e mais importante que isso, vimos que durante esse processo, surgiam as dificuldades e o próprio grupo era capaz de solucionar esses questionamentos. Acreditamos que o grande diferencial do ABL, é que ele permite ao aluno interação direta com os modelos; esta interação, o permite simular diferentes situações fisiológicas como se ele estivesse, de fato, “dentro” de um organismo vivo e vendo respostas dinâmicas. Por isso, na comparação dos métodos, existe esta diferença tremenda em quase todos os parâmetros avaliados (Figuras 4 e 5).

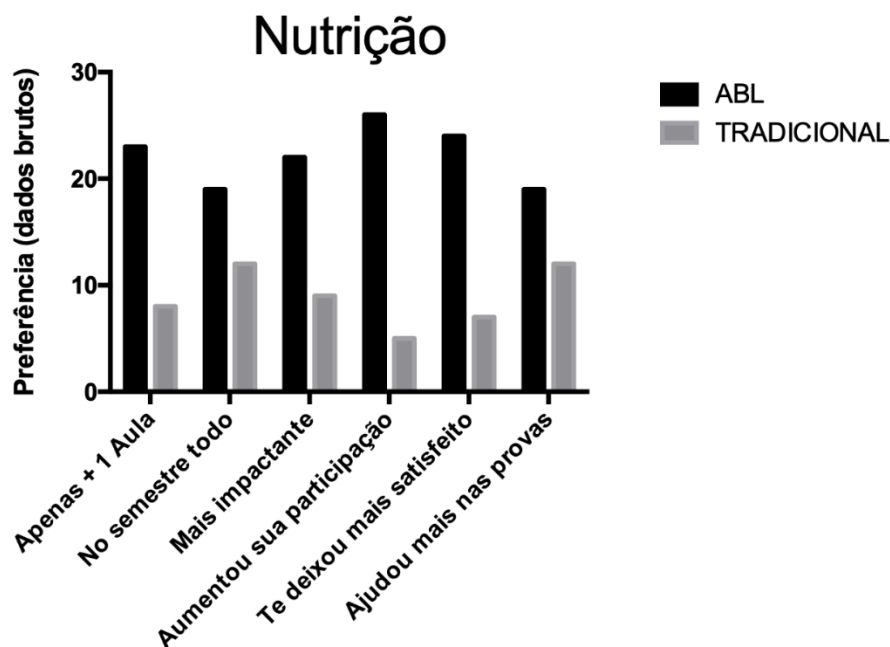
Figura 4- Preferência entre os dois métodos avaliando diferentes variáveis que interferem no aprendizado.



Fonte: os autores

Apesar da maioria dos alunos preferirem o método ABL, dentre vários aspectos, quando perguntados: “se você tivesse que escolher um método para ter aula durante todo o semestre, qual escolheria?”, observamos a menor diferença na preferência pelo ABL (Figura 5). Alguns alunos assumem verem no ABL um método melhor de ensino e uma maneira de facilitar a aprendizagem. Entretanto, sugerem que o mesmo seja aplicado de forma intercalada ao método tradicional.

Figura 5- comparação entre os dois métodos em diferentes aspectos de planejamento de aulas e desempenho em sala de aula e provas.



Fonte: os autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos de ensino e aprendizagem da disciplina de fisiologia humana não são fáceis, nem para o professor, nem para o aluno. Dentre tanta matéria para cobrir, o professor pode se ver mergulhado em conteúdo e pouco tempo para passar tudo o que está descrito na emenda. Na outra mão, está um aluno perdido diante tanto conteúdo e no meio de tantas outras disciplinas básicas tão complicadas quanto a fisiologia, o que só, prejudica o entendimento desta última. Por isso que, metodologias que focam competências e põe o aluno no centro do aprendizado devem ser preconizadas. Desta forma, fomos capazes de mostrar que os alunos preferem trabalhar de forma ativa, criando modelos interativos e transformando o conteúdo teórico em algo animado. Tal método, apesar de não ter aumentado a nota dos alunos, os permitiu diminuir o número de horas de estudo podendo, desta forma, se dedicar a outras coisas também importantes da sua vida particular. Em um cenário cada mais crescente, em que vemos indivíduos que se dividem entre trabalho e faculdade, e que quase não tem tempo para estudar, este resultado é bastante significativo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE FS, ASSIS FTS, OLIVEIRA JÚNIOR A, et al. **Effect of the use of a model with peer instruction for the teaching of membrane potential and action potential.** *Advances in Physiology Education* 42: 661–667, 2018.

BHATTI U, SHAIKH SR, REHMAN R, MEMON MQ, BULEIDI JA. **Chalk and board versus animation based learning.** *Pakistan Journal of Physiology*;11(1): 20–3, 2015.

BROWN PJ. **Process-oriented guided-inquiry learning in an introductory anatomy and physiology course with a diverse student population.** *Advances in Physiology Education* 34: 150–155, 2010.

COLTHORPE KL, ABE H, AINSCOUGH L. **How do students deal with difficult physiological knowledge?** *Advances in Physiologic Education* 42: 555–564, 2018.

ELMER SJ, CARTER KR, ARMGA AJ, CARTER JR. **Blended learning within an undergraduate exercise physiology laboratory.** *Advances in Physiology Education* 40: 64–69, 2016.

FELDER E, FAULER M, GEILER S. **Introducing e-learning/teaching in a physiology course for medical students: acceptance by students and subjective effect on learning.** *Advances in Physiology Education* 37: 337–342, 2013.

GOODMAN BE, BARKER MK, COOKE JE. **Best practices in active and student-centered learning in physiology classes.** *Advances in Physiology Education* 42: 417–423, 2018.

HIGGINS-OPITZ SB, TUFTS M. **Student perceptions of the use of presentations as a method of learning endocrine and gastrointestinal pathophysiology.** *Advances in Physiology Education* 34: 75–85, 2010.

KOLB D, KOLB A ADV PHYSIOL EDUC. **The Kolb Learning Style Inventory 4.0: Guide to Theory, Psychometrics, Research & Applications.** 2013

KRÜGER LM, ENSSLIN SR. **Método Tradicional e Método Construtivista de Ensino no Processo de Aprendizagem: uma investigação com os acadêmicos da disciplina Contabilidade III do curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Santa Catarina.** *Revista Organizações em Contexto*, Vol. 9, n. 18, 2013

LADAGE LD, TORNELLO SL, VALLEJERA JM, BAKER EE, YUE Y, CHOWDHURY A. **Variation in behavioral engagement during an active learning activity leads to differential knowledge gains in college students.** *Advances in Physiology Education* 42: 99–103, 2018.

LIMA FILHO RN, BRUNI AL. **Metacognitive Awareness Inventory: Tradução e Validação a partir de uma Análise Fatorial Confirmatória.** *PSICOLOGIA: CIÊNCIA E PROFISSÃO*, 35(4), 1275-1293, 2015.

LONGMUIR KJ. **Interactive computer-assisted instruction in acid- base physiology for mobile computer platforms.** *Advances in Physiology Education* 38: 34–41, 2014

LOWE RK. **Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics.** *Learning and Instruction* 13: 157–176, 2003

LOWE RK. **Interrogation of a dynamic visualization during learning.** *Learning and Instruction* 14: 257–274, 2004

MACHADO RS, MELLO-CARPES PB. **Status of research on physiology education in Brazil.** *Advances in Physiology Education* 42: 547–554, 2018

TUFTS MA, HIGGINS-OPITZ SB. **What makes the learning of physiology in a PBL medical curriculum challenging? Student perceptions.** *Advances in Physiology Education* 33: 187–195, 2009

MAYER RE. **Multimedia learning.** *Psychology of learning and motivation*, 41, 85-139, 2002

MELLO CCB, ALVES RO, LEMOS SMA. **Metodologias de ensino e formação na área da saúde: revisão de literatura.** *Rev. CEFAC*; 16(6):2015-2028, 2014

MICHAEL J. **What makes physiology hard for students to learn? Results of a faculty survey.** *Advances in Physiology Education* 31: 34–40, 2007

MICHAEL JA, RICHARDSON D, ROVICK A, MODELL H, BRUCE D, HORWITZ B, HUDSON M, SILVERTHORN D, WHITESCARVER S, WILLIAMS S. **Undergraduate students' misconceptions about respiratory physiology.** *Am J Physiol.* 277(6 Pt 2):S127-35, 1999

MICHAEL JA. **Mental models and meaningful learning.** *Journal of Veterinary Medical Education*, v. 31, n. 1, p. 1-5, 2004

MING-ZHER P, SWENSON NC, PICARD RW. **A Wearable Sensor for Unobtrusive, Long-Term Assessment of Electrodermal Activity.** *IEEE Transactions On Biomedical Engineering*, 57 (5): 1243-1252, 2010.

MODELL HI, MICHAEL JA, ADAMSON T, et al. **Helping undergraduates repair faulty mental models in the student laboratory.** *Advances in Physiology Education*, 23 (1): 82-90, 2000.

MODELL HI. **Helping students make sense of physiological mechanisms: “the view from inside”.** *Advances in Physiology Education* 31: 186–192, 2007.

MONTREZOR LH. **Performance in physiology evaluation: possible improvement by active learning strategies.** *Advances in Physiology Education* 40: 454 – 457, 2016.

KHAN MA, SHUKR I, SABIR S, QAMAR K. **Effect of computer based animations on learning of physiology.** *Pak Armed Forces Med J*; 67 (2): 271-75, 2017.

MICHEL N, CATER III JJ, VARELA O. **Active versus passive teaching styles: An empirical study of student learning outcomes.** *Advances in Physiology Education*, 20 (4): 397-18, 2009.

POSADA-QUINTERO HF, FLORIAN JP, ORJUELA-CañÓN AD, CHON KI. **Electrodermal Activity Is Sensitive to Cognitive Stress under Water**. *Front Physiol.*, 8: 1128, 2017.

QUINTANILHA LF, COSTA GM, COUTINHO MR. **Medical student perceptions about active methodologies in the study of physiology in medical schools in Salvador, Brazil**. *Advances in Physiology Education* 42: 693–696, 2018.

RANGACHARI PK. **Teaching undergraduates the process of peer review: learning by doing**. *Advances in Physiology Education* 34: 137–144, 2010.

RAO S, DICARLO SE. **Peer Instruction improves performance on quizzes**. *Advances in Physiology Education*, v. 24, n. 1, p. 51-55, 2000.

SCOTT F, EDDY SE, MCDONOUGH M, SMITH MK, OKOROAFOR N, JORDT H, WENDEROTH MP. **Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics**. *PNAS*, 111 (23): 8410-15, 2014.

SINGH N, GUPTA R, MAHALAKSHMI VN. **Multistation exercises: a combination of problem-based learning and team-based learning in- structional design for large-enrollment classes**. *Advances in Physiology Education* 42: 424–428, 2018.

TARADI KS, TARADI M. **Making physiology learning mem- orable: a mobile phone-assisted case-based instructional strategy**. *Advances in Physiology Education* 40: 383–387, 2016.

TREVELIN ATC. **Estilos de aprendizagem de Kolb: estratégias para a melhoria do ensino-aprendizagem**. *Revista Estilos de Aprendizagem*, 4 (7), 2011.

TYNG CM, AMIN HU, SAAD MNM, MALIK AS. **The Influences of Emotion on Learning and Memory**. *Front Psychol.* 8: 1454, 2017.

VIEIRA AS. **Uma alternativa didática às aulas tradicionais: o engajamento interativo obtido por meio do uso do método peer instruction (instrução pelos colegas)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre 2014.

VYAS R, SATHISHKUMAR S. **Recent Trends In Teaching and Learning In Physiology Education Early Clinical Exposure And Integration**. *International Journal of Basic and Applied Physiology*. IJBAP, Vol 1(1): 175-81, 2012.

WANG R, LIU C, MA T. **Evaluation of a virtual neurophysiology laboratory as a new pedagogical tool for medical undergraduate students in China**. *Advances in Physiology Education* 42: 704 –710, 2018.

WELSH AJ. **Exploring Undergraduates' Perceptions of the Use of Active Learning Techniques in Science Lectures**. *Journal of College Science Teaching*. 42 (2): 80-87, 2012.

CUI Y. **An Empirical Study of Learning Outcomes Based on Active Versus Passive Teaching Styles**. *I.J. Education and Management Engineering*, 1: 39-43, 2013.