

INOVAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE FISIOLOGIA ATRAVÉS DE RECURSOS COMPLEMENTARES

Francisco Antônio de Oliveira Júnior; Rachel Linka Beniz Gouveia; Temilce Simões de Assis Cantalice; Fabíola da Silva Albuquerque

(Departamento de Fisiologia e Patologia – DFP/CCS/UFPB; fabiolasalbuquerque@gmail.com)

INTRODUÇÃO

O Projeto de Monitoria da Disciplina de Fisiologia do DFP/CCS/UFPB vem buscando alternativas inovadoras para se contrapor ao desânimo, desinteresse e inércia que apresentam os estudantes universitários frente ao processo ensino-aprendizagem. Do ponto de vista do acesso ao conhecimento, o atual estado das tecnologias da informação, incluindo as mais antigas como a TV, tornam nossa Sociedade eminentemente pedagógica (Libâneo, 2001). Contudo, toda essa tecnologia parece não ser capaz de despertar nos alunos a curiosidade, que é a essência da aprendizagem (Freire, 2011). Nesse sentido, este Projeto passou a criar ferramentas complementares de ensino, denominadas maquetes, que buscam se contrapor a essa inércia. Por princípio, as maquetes teriam a função de incitar a interação lúdica do estudante com algum material “físico” que, por sua vez, estaria ligado a um conceito abstrato. Esse engajamento poderia gerar uma janela para o diálogo na construção do conhecimento.

Em um levantamento anterior junto aos discentes de diferentes cursos da disciplina de fisiologia humana, o tema funcionamento do músculo cardíaco e seu automatismo foi indicado como sendo um assunto complexo, cuja compreensão poderia ser favorecida com o uso de recursos complementares. O automatismo da contração do coração decorre de eventos elétricos relacionados às membranas das células que compõem este órgão. A essência desses eventos decorre do movimento de íons através da membrana e que se evidenciam por alterações transitórias em sua voltagem. Entre esses fenômenos está o potencial de ação, evento dividido em fases que sempre se repetem de mesmo modo e são deflagrados quando um valor limiar de voltagem é alcançado. Cada fase de um potencial de ação decorre de uma corrente de influxo/entrada ou de efluxo/saída de íons através da membrana que, por sua vez, depende da abertura de canais (anteriormente fechados) para os íons transitarem. A estrutura do coração envolve dois tipos celulares: células auto excitáveis (em pequeníssima quantidade) e as células contráteis. Os potenciais de ação dessas células são diferentes em relação as fases (despolarização, repolarização e, em algumas situações, platô e hiperpolarização) e aos íons envolvidos (sódio, cálcio e potássio). Compreender essas relações e a dinâmica dessas correntes iônicas se constitui como um verdadeiro desafio a ser vencido pelos estudantes (Ayres, 2012; Malaquias & Albuquerque, 2014; Silverthorn, 2010).

Em síntese, o limiar das células auto excitáveis é alcançado por uma corrente iônica denominada de marcapasso. O potencial de ação das células auto excitáveis é então desencadeado e estas células estimulam as células contráteis a alcançarem seu limiar, desencadeando, então, o potencial de ação das células contráteis. Este último evento faz essas células realizarem a contração,

efetivando a ejeção do sangue para os órgãos do corpo (Malaquias & Albuquerque, 2014). Notadamente, a corrente marcapasso é fundamental, visto ser o evento que inicia toda sequência de alterações elétricas que culminam com a contração cardíaca. A corrente marcapasso ocorre porque há na membrana das células auto excitáveis canais iônicos que sempre se abrem quando a voltagem da membrana está negativa, com voltagem próxima aos -60 mV (denominados de I_f ou “engraçados”), permitindo o influxo de íons sódio (principalmente) o que faz a membrana alcançar seu limiar iniciando o potencial de ação das células auto excitáveis, momento em que os canais I_f se fecham. A chegada a esse limiar representa o momento em que canais específicos para o íon cálcio se abram e permitam seu influxo – constituindo a fase de despolarização. Esses canais se inativam no momento em que canais para potássio se abrem e permitem a saída desse íon – constituindo a fase de repolarização. Já o alcance do limiar no nas células do miocárdio, gerando o potencial de ação das células contráteis, é expresso pela abertura de canais de sódio e a entrada desse íon constituindo a fase de despolarização. Com a inativação dos canais de sódio, canais de potássio se abrem para a saída desse íon e iniciam uma rápida e transitória repolarização, mas também ocorre a abertura de canais de cálcio, permitindo a entrada desse íon na célula. Essa entrada de cálcio se equipara à saída de potássio e com isso a voltagem da célula permanece estável, numa fase denominada de platô. Com o fechamento dos canais de cálcio, a saída de potássio pode ser evidenciada através da fase de repolarização final da membrana (Ayres, 2012; Malaquias & Albuquerque, 2014; Silverthorn, 2010).

Além de todo o detalhamento das fases dos potenciais descritos anteriormente, o entendimento do automatismo cardíaco também envolve compreender que esta função precisa ser regulada (modulada) para ajustar seu funcionamento às necessidades momento a momento do organismo durante a vigília e o sono. Essa modulação decorre dos efeitos das divisões do sistema nervoso autônomo (SNA) que, entre outros efeitos, pode acelerar a corrente marcapasso através da divisão simpática ou retardá-la por intermédio da divisão parassimpática. Nesse sentido, nosso objetivo foi desenvolver e utilizar como recurso complementar de ensino e avaliar os efeitos sobre a aprendizagem de maquetes representativas dos potenciais elétricos no coração.

METODOLOGIA

Foram construídas 3 (três) maquetes englobando os eventos eletrofisiológicos do coração (uma maquete envolvendo a corrente marcapasso e o potencial de ação das células auto-excitáveis; uma abordando o potencial de ação das células contráteis; e, uma terceira, abordando a modulação do sistema nervoso autônomo sobre o automatismo cardíaco. Uma vez que, como dito anteriormente, existe uma sequência específica entre os eventos elétricos no coração, ou seja, uma etapa dependente de sua precedente, definiu-se que o objetivo a ser trabalhado nessas maquetes seria a ordem de ocorrência das etapas.

Para confecção das maquetes, o desenho/traçado dos eventos foi construído em velcro sobre uma tela coberta com feltro. O velcro de encaixe foi recortado nas diferentes fases desses potenciais e recoberto com cetim colorido. O desafio do estudante era reconhecer a etapa (cujos nomes estavam listados em ordem alfabética) e sua ordem de ocorrência – retirando o velcro da lista e encaixando no molde ou vice-versa. Para a terceira maquete, o objetivo foi conduzir o estudante a perceber a modificação da corrente marcapasso através da modulação pelo SNA. Para tanto, foi planejado um mecanismo de encaixe, no qual o molde do potencial das células auto-excitáveis foi

feito em arame e dois moldes foram unidos por um elástico representando a corrente marcapasso. Foram confeccionados três conjuntos para serem encaixados em diferentes posições, as quais representavam os efeitos modulatórios do SNA (taquicardia e bradicardia) comparados a normocardia. Após o encaixe, o potencial de ação das células auto-excitáveis permaneceria inalterado, enquanto a corrente marcapasso se modificaria, permitindo ao estudante visualizar a diferença do efeito de modulação.

Esses recursos foram utilizados em quatro turmas de diferentes cursos: Educação Física, Fonoaudiologia, Terapia Ocupacional e Psicologia. Cada uma das turmas teve uma aula teórica, ministradas por duas diferentes professoras. Ao final da aula, os estudantes foram convidados a responder a um teste contendo 08 (oito) perguntas sobre esse tema (pré-teste), sendo 02 (duas) sobre a corrente marcapasso, 01 (uma) sobre o potencial de ação das células auto-excitáveis, 03 (três) sobre o potencial de ação das células cardíacas, 01 (uma) sobre a integração dos eventos e 01 (uma) sobre a modulação do SNA. Na aula seguinte, utilizaram as maquetes no laboratório de fisiologia, em pequenos grupos e com o auxílio de monitores e, após essa experiência, responderam a um questionário semelhante, também com 08 (oito) questões (pós-teste): 02 (duas) sobre a corrente marcapasso, 02 (duas) sobre o potencial de ação das células auto-excitáveis, 02 (duas) sobre o potencial de ação das células cardíacas, 01 (uma) sobre a integração dos eventos e 01 (uma) sobre a influência do SNA. O total de alunos que realizou tanto pré quanto pós-teste foi de 89 (tabela 1).

Tabela 1 – Total de participantes conforme o gênero e o curso

Curso	Homens	Mulheres	Total
Educação Física	9	8	17
Fonoaudiologia	7	24	31
Psicologia	5	19	24
Terapia Ocupacional	4	13	17
Total	25	64	89

RESULTADOS

Os dados do total de acertos no pré-teste foram submetidos a uma ANOVA 2 x 4 (gênero x curso), não tendo sido identificado efeito principal significativo de gênero ($F=1,376$; $p=0,24$) e nem da interação gênero x curso. Contudo, o efeito principal de curso foi significativo ($F=7,483$; $p<0,01$), tendo sido motivado pelo melhor desempenho dos estudantes de psicologia em relação aos de educação física e fonoaudiologia (Bonferroni: $p<0,01$, nos dois casos) (tabela 2). A mesma análise foi realizada para o total de acertos no pós-teste e nenhum efeito significativo de gênero, de curso ou da interação foi evidenciado. A média total de acertos no pré-teste foi 3,29 (DP: 1,60), enquanto no pós foi 5,21 (DP: 1,40), diferença estatisticamente significativa verificada através do Teste t para amostras pareadas ($t=8,60$; $p<0,01$). Os dados de cada curso também foram submetidos a esse teste e apenas para os dados PSI não foi encontrada significância (tabela 2). Desse modo, em uma análise global, o desempenho no pós-teste foi melhor do que no pré-teste.

Tabela 2 – Média do total de acertos nos testes e a estatística comparativa

Curso	Pré-teste	Pós-teste	<i>t</i>	<i>p</i>
Educação Física	2,41	5,18	-6,036	<0,01
Fonoaudiologia	2,74	5,35	-8,160	<0,01
Psicologia	4,54	5,17	-1,486	=0,15
Terapia Ocupacional	3,41	5,06	-3,204	<0,01
Total	3,29	5,21	-8,605	<0,01

Considerando os acertos por tema da questão, no conjunto dos dados, no pré-teste, as questões relativas à corrente marcapasso e ao potencial de ação das células cardíacas contabilizaram maior percentual de acertos, em relação às demais (49% e 44%, respectivamente) (tabela 3). As questões sobre esses temas no pós-teste obtiveram percentual de acerto muito próximo do pré-teste (42% e 50%, respectivamente). Na comparação entre pós e pré-teste, na ordem, os maiores ganhos de acertos ocorreram nas questões relativas à modulação do SNA; ao potencial de ação (PA) das células autoexcitáveis e à integração entre os eventos elétricos no coração (tabela 3). No pré-teste, o percentual de acertos nessas questões foi 30%, 38% e 35%, respectivamente. No pós-teste, houve acerto para 89%, 72% e 63% dos participantes nessas questões, diferença que indica ganhos de mais de 25% de acertos nessas questões.

Tabela 3 – Percentuais de acertos conforme o tema da questão

Tema	Pré-teste (%)	Pós-teste (%)	Diferença Pós/Pré
Corrente marcapasso	49	42	-7
PA céls. autoexcitáveis	38	72	34
PA céls. cardíacas	44	50	6
Integração	35	63	28
Modulação SNA	30	89	59

DISCUSSÃO

De modo geral, os estudantes obtiveram melhor desempenho no teste após fazerem uso das maquetes, o que sugere que esse recurso complementar pode ter colaborado com a aprendizagem. Embora estimulante para o prosseguimento deste Projeto, não descartamos que o resultado da melhoria do desempenho pode ter decorrido de múltiplos fatores, muitos deles não controlados em uma pesquisa-ação. Por exemplo, a simples repetição do diálogo sobre tema, independentemente de usar ou não as maquetes, poderia induzir melhoria de desempenho, hipótese que poderá ser testada com o acréscimo de um grupo controle em futuras investigações. Do mesmo modo, o acerto ou erro poderia decorrer da dificuldade da questão em si, hipótese que também poderá ser controlada em desenhos futuros, balanceando os questionários para serem utilizados tanto como pré quanto como pós-teste, seja através dos grupos ou mesmo dentro de um mesmo grupo.

Cabe um destaque para os resultados dos estudantes de psicologia, cujo desempenho no pré-teste foi significativamente superior ao dos demais cursos. Considerando a seleção dos estudantes

para os referidos cursos participantes, no contexto da concorrência do SISU, o curso de psicologia é um dos mais disputados, elevando a exigência mínima para o ingresso. Este pode ser um fator que tenha influenciado os resultados. Essa hipótese não exclui a influência de outras variáveis, entre elas a variação de linguagem, didática ou outro aspecto na transmissão da aula teórica, uma vez que essa aula foi ministrada por diferentes professoras, ou durante a aplicação das maquetes, em virtude do auxílio de diferentes monitores. Contudo, tomando um suposto melhor nível de base, a expectativa era que esses estudantes tivessem desempenho ainda melhor no pós-teste, o que foi refutado estatisticamente (embora haja uma tendência). Inclusive, em muitos casos, houve uma piora do desempenho. Uma hipótese para a compreensão desses dados envolve a aplicação das maquetes. Durante a aplicação para essa turma especificamente, os grupos formados para utilizarem cada uma das maquetes por vez foram maiores, com sete ou oito integrantes comparado a quatro ou cinco, nos demais cursos. Dois fatos podem ter decorrido desse contexto: alguns estudantes podem não ter entrado em contato eles mesmos com as maquetes, tendo sido apenas observadores da ação de outros; a presença de muitos estudantes pode ter gerado confusão, distração e perda do foco, reduzindo o potencial de auxílio do recurso na compreensão do fenômeno. A hipótese da dificuldade das questões em si também poderia explicar esse resultado.

Por outro lado, por viés de formação de base ou não, o desempenho no pré-teste dos estudantes dos cursos de educação física, fonoaudiologia e terapia ocupacional foi semelhante entre eles e significativamente inferior em relação ao curso de psicologia, desempenho que foi modificado positivamente no pós-teste. Esse resultado nos sugeriu que as maquetes cooperaram com a aprendizagem, ao menos em parte. Ainda mais, pode sugerir que o efeito desse recurso poderia ter mais impacto para estudantes com mais dificuldades ou limitações de base. Na mesma linha da discussão anterior, uma vez que a aplicação das maquetes para essas turmas ocorreu respeitando-se os pequenos grupos e a interação plena dos alunos com o recurso, esse resultado também pode sugerir que os efeitos podem ser potencializados quando aplicados nessas condições.

Em relação ao desempenho por tema em particular, os dados sugeriram que ocorreu pouco efeito sobre a compreensão da corrente marcapasso e do potencial de ação das células cardíacas. Novamente é preciso considerar que as variações pré e pós-teste podem ter decorrido do grau de dificuldade específicos das questões, viés que poderia ter sido evitado com um balanceamento não realizado. Não obstante, pela experiência em sala de aula, verifica-se que esses eventos são os que, realmente, suscitam mais dificuldades de compreensão, em virtude de suas peculiaridades conceituais.

Diante do contexto educacional atual, o docente tem sido desafiado a buscar um saber-fazer pedagógico que seja capaz de engajar minimamente os discentes com seu aprendizado, condição fundamental para que ele ocorra (Freire, 2011). Mas trata-se de um real desafio, uma vez que não há institucionalização para a formação pedagógica do professor de ensino superior (Veiga, 2014). O desenvolvimento das maquetes, através do Programa de Monitoria, tem sido uma tentativa nesse sentido, com a qual buscamos, paradoxalmente, em uma sociedade altamente “conectada”, “reconectar” os discentes, através do lado lúdico, da interação sensório-motora (física/literal), com sua “...capacitação para a autodeterminação racional, pela formação da razão crítica” (Libâneo, 2001, p.18). Consideradas as limitações discutidas acima, concluímos que o uso das maquetes teve impacto positivo sobre a aprendizagem dos conceitos específicos que elas representaram o que nos incentiva a continuar esse Projeto e aperfeiçoá-lo.

REFERÊNCIAS

AIRES, M.M. **Fisiologia**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

LIBÂNEO, J.C. **Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas**. Educar, n. 17, p. 153-176, 2001.

MALAQUIAS, A.P.Q.; ALBUQUERQUE, F.S. **Fisiologia Humana: o essencial em destaque**. Curitiba: Appris, 2014.

SILVERTHORN, D.U. **Fisiologia Humana: uma abordagem integrada**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

VEIGA, I.P.A.; **Formação de professores para a Educação Superior e a diversidade da docência**. Revista Diálogo Educacional, v. 14, p. 327-342, 2014.