



## CICLO DO ÁCIDO CÍTRICO (CAC): ABORDAGEM ALTERNATIVA DE ENSINO NA DISCIPLINA DE BIOQUÍMICA

Jorge Eduardo Ferreira de Lyra Marrocos; Lizandra Roberta Xavier de Araújo Dias; Thiago Bruno Ferraz dos Santos; Shalom Pôrto de Oliveira Assis

*Universidade Católica de Pernambuco; shalomporto@yahoo.com.br, jemarrocos@gmail.com, lizandraxavier@hotmail.com, thiagobferraz@hotmail.com.*

### INTRODUÇÃO

Os diferentes cursos oferecidos na área de saúde, na Universidade, recebem, a cada semestre, um grande número de alunos originários de diferentes escolas de ensino médio e cursos pré-vestibulares. Os conhecimentos prévios adquiridos por esses estudantes são de fundamental importância para o desenvolvimento do conteúdo programático teórico e prático da graduação, visto que algumas disciplinas do ciclo básico, comuns a vários cursos da área da saúde, estão inseridas, no currículo, nos primeiros semestres dos cursos acadêmicos (BECKHAUSER, *et al.*, 2006). Contudo, metodologias tradicionais são aplicadas constantemente, o que acarreta desinteresse por parte dos alunos, tornando tanto o aprendizado quanto o ensino difíceis (SALES, *et al.*, 2015).

A disciplina de Bioquímica é de fundamental importância a todos os cursos da área de saúde, pois faz parte dos seus ciclos básicos. No curso médico, em especial, a Bioquímica tem importância particular, visto que serve como base para outras disciplinas importantíssimas da grade curricular, como Farmacologia, Fisiologia e Patologia. Assim, a dedicação à Bioquímica, na medicina, deve ser intensa, a fim de se conseguir realizar associações entre os achados bioquímicos clínicos e as alterações na clínica médica (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012).

É sabido que muitos acadêmicos apresentam dificuldades na compreensão e na aceitação dos conteúdos da Bioquímica, os quais são apresentados de maneira antipática e não criativa desde a abordagem no ensino médio; quando, entretanto, o conteúdo é apresentado de forma dinamizada, cria-se um “triângulo interativo” entre professor, conteúdo e aluno, e este o recebe de forma mais aberta, refletindo em uma melhor compreensão e em um maior rendimento nas avaliações (SALES, *et al.*, 2015). Todavia, a disciplina de Bioquímica, nos currículos tradicionais, mesmo quando apresentada com coerência e organização, ainda é



referida pelos estudantes como uma coleção de estruturas químicas e reações dificilmente assimiladas e sem conexão com sua prática profissional. (BECKHAUSER, *et al.*, 2006).

O Ciclo do Ácido Cítrico (CAC), por exemplo, é um conteúdo de grande aversão por ter um alto grau de complexidade, visto que fornece uma série de reagentes para uma variedade de rotas biosintéticas. O ciclo é uma série de oito reações que oxida os grupos acetil do acetil-CoA, formando duas moléculas de CO<sub>2</sub>, de maneira que a energia livre liberada é conservada nos compostos reduzidos NADH e FADH<sub>2</sub>. Seu nome é devido ao produto da primeira reação, o citrato. Uma volta completa produz três moléculas de NADH, uma de FADH<sub>2</sub>, um composto de alta energia (GTP ou ATP) e duas moléculas de CO<sub>2</sub>. Diante disso, sabe-se que a principal função do CAC é gerar energia para os metabolismos orgânicos, sendo esta a razão da necessidade de sua compreensão e associação com a prática clínica e não apenas da memorização dos seus intermediários (LEHNINGER, 2006).

Observa-se, então, que cada indivíduo não é dotado de um mesmo conjunto de competências, conseqüentemente, nem todos aprendem da mesma forma, segundo a teoria das múltiplas inteligências de Gardner (1985). Resta, portanto, ao educador criar um ambiente que estimule a aplicação prática do que está sendo abordado no âmbito da disciplina e descobrir alternativas que colaborem para o desenvolvimento das diversas competências do aprendiz, conduzindo-o não só ao conhecimento cognitivo, mas a um conhecimento do seu ser como um todo (MORATORI, 2003).

O objetivo do referente estudo foi avaliar o rendimento dos alunos do primeiro período de Medicina da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) do segundo semestre de 2016 perante a aplicação de metodologia alternativa no ensino da bioquímica, referente ao tema: Ciclo do Ácido Cítrico, a fim de quantificar a eficácia da mesma e de averiguar se as dificuldades de entendimento do conteúdo didático foram minimizadas.

## **METODOLOGIA**

Consistiu na aplicação de um pré-teste (ver Figura 1) com 11 afirmações, confeccionadas pela docente, acerca do tema abordado, para serem julgadas como verdadeiras ou falsas e avaliar o conhecimento prévio apresentado por 24 estudantes de Medicina. Em seguida, foi realizada uma aula teórica expositiva associada, posteriormente, à exibição do vídeo intitulado “A Mitocôndria em 3 Atos” – Prof. Leopoldo de Meis. Com o intuito de solidificar os conhecimentos adquiridos através da exposição oral e exibição de vídeo, foi proposta a realização de uma atividade lúdica, na qual os alunos, em grupos de seis indivíduos,



elaboraram (seguindo as orientações determinadas pela docente responsável pela disciplina) a montagem do CAC na forma de um painel ilustrativo. Para confecção de tal painel foram utilizados materiais de fácil aquisição como folhas coloridas, hidro cores, cola, tesoura, adesivos coloridos, lápis de cera. Ao final, aplicou-se um pós-teste com as mesmas questões contidas no pré-teste para avaliar o aprendizado dos alunos em relação ao conteúdo abordado. As afirmações contidas no pré e pós-teste são representadas na Figura 1 abaixo, para cada afirmativa o aluno respondia verdadeiro ou falso.

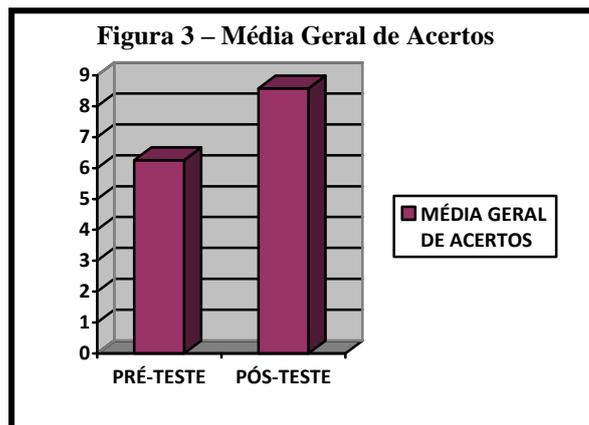
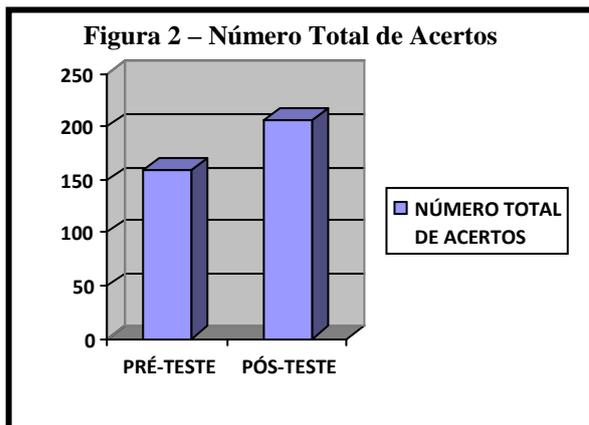
**Figura 1 - Afirmações contidas no Pré e Pós-Teste.**

|   |
|---|
| 1 - O ciclo de Krebs, chamado também de ciclo do ácido cítrico (CAC), é formado por três estágios.  |
| 2 - Os nutrientes que entram no CAC são proteínas e carboidratos.   |
| 3 - Para o ciclo de Krebs acontecer é necessária a presença do oxigênio.  |
| 4 - Na etapa 2 do CAC os grupos acetil são introduzidos no ciclo do ácido cítrico, o qual os oxida enzimaticamente até $H_2O$ ; a energia liberada pela oxidação é conservada nos transportadores de elétrons reduzidos, NADH e $FADH_2$ .  |
| 5 - Na etapa 3 do CAC os elétrons transportados por NADH e $FADH_2$ são introduzidos na cadeia transportadora de elétrons no interior da mitocôndria, a cadeia respiratória, ao final da qual o $O_2$ é reduzido a $H_2O$ . Este fluxo de elétrons fornece energia para a síntese de ATP. |
| 6 - Piruvato é oxidado a acetil-CoA e $CO_2$ pelo complexo da piruvato oxigenase.   |
| 7 - O CAC é afetado pelas doenças mitocondriais.  |
| 8 - No CAC tem-se etapas de hidratação, desidratação, condensação, descarboxilação e desidrogenação.  |
| 9 - O local de ocorrência do CAC será na mitocôndria mais precisamente na matriz mitocondrial.  |
| 10 - Durante o CAC é formada uma molécula de GTP.   |
| 11 - A respiração celular refere-se a um processo molecular que envolve o consumo de $O_2$ e a formação de $CO_2$ pelas células.  |

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário, contendo 11 afirmações, foi aplicado aos 24 estudantes, totalizando um número de 264 assertivas. Destas, 159 foram acertadas no pré-teste, enquanto, no pós-teste, obteve-se o resultado de 206 questões corretas como está representado na Figura 2, a qual demonstra a comparação do número total de acertos do pré e pós-teste. A média geral de acertos do pré-teste foi de 6,25 quesitos, já o pós-teste apresentou a média de 8,582, estando os valores apresentados na Figura 3.

Das 11 questões, 8 alcançaram aumento no número de acertos, 1 manteve-se sem alterações, sendo acertada por todos os estudantes antes e depois, e 2 obtiveram redução no número de acertos.



A Tabela 1 traça uma lista com as 11 questões presentes nos testes, apresentando as temáticas correspondentes a cada questão, bem como comparando o número total de acertos em cada quesito, entre o pré-teste e o pós-teste. Após a análise da Tabela 1 foi possível observar que a grande dúvida dos alunos era sobre as etapas do Ciclo do Ácido Cítrico, além da formação dos produtos do CAC. Constatou-se também que o número de acertos, com relação as questões, sobre a segunda etapa e reações oxidativas do CAC, foi baixo no pós-teste quando comparado aos acertos no pré-teste. Tal resultado, levou a docente responsável pela disciplina, em um momento posterior reforçar as temáticas onde os acertos não foram satisfatórios no pós-teste.

Tabela 1 – Quantidade de acertos em cada questão do pré e pós-teste por temáticas direcionadas ao tema.

| Questões por Temática                    | Pré-Teste | Pós-Teste |
|--|-----------|-----------|
| Questão 1 (Definição do CAC)             | 10        | 13        |
| Questão 2 (Substrato do CAC)             | 15        | 17        |
| Questão 3 (Substrato do CAC)             | 19        | 23        |
| Questão 4 (Segunda Etapa do CAC)         | 14        | 13        |
| Questão 5 (Terceira Etapa do CAC)        | 11        | 22        |
| Questão 6 (Reações Oxidativas do CAC)    | 5         | 2         |
| Questão 7 (Alterações Funcionais do CAC) | 24        | 24        |
| Questão 8 (Etapas do CAC)                | 9         | 24        |
| Questão 9 (Local de Ocorrência do CAC)   | 18        | 23        |
| Questão 10 (Produtos do CAC)             | 14        | 23        |
| Questão 11 (Reações Relacionadas ao CAC) | 21        | 22        |

Após a análise dos resultados, foi perceptível que a temática mais acertada, dentro do tema geral, foi a relacionada com as alterações funcionais do CAC, e a menos acertada foi relativa às Reações Oxidativas do CAC.



Segundo Oliveira *et al.* 2015, as técnicas alternativas de ensino são propostas com o intuito de atenuar as dificuldades e de incentivar um maior interesse, por parte dos alunos, em interagir com a disciplina. Há registros do sucesso a partir do uso de atividades lúdicas para o ensino de Bioquímica. Conforme Azevedo *et al.* 2004, mostraram que alunos que estudaram o Ciclo de Krebs por meio de metodologias alternativas tiveram o interesse aumentado pela disciplina, o que facilitou uma maior aquisição de conhecimento, incentivando o raciocínio e a aplicação dos conceitos, fato bastante positivo embora alguns alunos ainda cursassem com certa dificuldade. Logo, o principal ponto a favor para esta forma de ensino não se baseia simplesmente em protocolos pré-determinados e tradicionais, mas sim na capacidade de aplicar atividades novas que auxiliem a correlacionar o aprendizado com os problemas práticos, sendo um indicador significativo dos resultados a nítida evolução da maioria dos alunos no decorrer da atividade.

## CONCLUSÕES

A partir desse estudo, pode-se concluir que a associação de aulas expositivas com recursos pedagógicos alternativos, como vídeos e atividades lúdicas, promove melhor aproveitamento e fixação do conteúdo. Além de facilitar o aprendizado, as atividades lúdicas em sala de aula contribuem para estreitar os laços entre professor e aluno a partir de uma maior aceitação da disciplina pelos discentes.

Este trabalho, através da avaliação do rendimento dos alunos, demonstrou que esse tipo de metodologia tem, de fato, uma interferência positiva na absorção de conteúdos, entretanto ainda é necessária uma maior colaboração por parte das universidades e dos seus gestores, a fim de incentivar seus docentes a, cada vez mais, através da criatividade, buscar desenvolver atividades que dinamizem o aprendizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M. A. C., AMORIM, A. H. C., ROCHA, J. R. C. F., SILVEIRA, L. M. F. G., NERI, D. F. M. Bioquímica como sinônimo de ensino, pesquisa e extensão: um relato de experiência. **Revista Brasileira de Educação Médica**. Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p. 137-142, mar. 2012.
- AZEVEDO, A. M. P., LAZZAROTTO, G. B., TIMM, M. I., ZARO, M. A. **Relato de uma experiência com o uso do Diagrama Metabólico Dinâmico Virtual do Ciclo de Krebs**.



**Novas Tecnologias na Educação.** 2004.

BECKHAUSER, P. F., ALMEIDA, E. M., ZENIL, A. L. B. O Universo Discente e o Ensino de Bioquímica. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular.** 2006.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, K. Y. **Princípios de Bioquímica.** 4. ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

MORATORI, P. B. **Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?** 2003, p. 1 – 3. (Trabalho de Conclusão de Curso).

OLIVEIRA, F. S., LACERDA, C. D., OLIVEIRA, P. S., COELHO, A. A., BIANCONI, M. L. **Um Jogo de Construção para o Aprendizado Colaborativo de Glicólise e Gliconeogênese.** **Revista de Ensino de Bioquímica.** Rio de Janeiro, v.13, n. 1, Jun. 2015.

SALES, J., VIDAL, P., HOLANDA, D., ALMEIDA, S., FERREIRA J. **O Ensino da Bioquímica em uma Nova Roupagem.** 2015.

