

# Interatividade e Mediação na Prática de Metodologia Ativa: o Uso da Instrução por Colegas e da Tecnologia na Educação Médica

## Interactivity and Mediation in the Practice of Active Methodology: the Use of Peer Instruction and Technology in Medical Education

Maria Betânia de Oliveira Garcia<sup>1</sup>  
Michelly Macedo de Oliveira<sup>1</sup>  
Amanda Pavani Plantier<sup>1</sup>

### RESUMO

**Introdução:** A metodologia ativa permite que os estudantes assumam posturas ativas em relação a seu processo de ensino-aprendizagem. A Instrução por Colegas (IpC) é uma metodologia ativa de aprendizagem caracterizada pela aprendizagem por meio de debates entre os alunos, estimulados por questões teóricas de múltipla escolha, voltadas para mostrar as dificuldades dos alunos e gerar no universitário uma reflexão sobre conceitos desafiadores. Ademais, a técnica possibilita a comunicação em sala de aula para atrair os alunos e abordar tópicos críticos da disciplina. Concomitantemente, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm sido cada vez mais empregadas no contexto educacional e estão obtendo cada vez mais relevância como ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem na área da saúde. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi analisar o processo de intervenção pedagógica mediada pela IpC com suporte didático das TIC na disciplina de Bioquímica. **Metodologia:** O público-alvo deste estudo qualitativo foi constituído por estudantes do curso de Medicina (n = 30). A metodologia, resumidamente, considera uma breve apresentação do conteúdo e depois a aplicação das questões de múltipla escolha, de início respondidas individualmente. Se o índice de respostas corretas for insatisfatório (< 70%), os alunos devem compor pequenos grupos para debaterem entre si. As TIC possibilitam um sistema de envio e análise das respostas de forma imediata. O método foi aplicado mediante questionário eletrônico disponibilizado na plataforma Google Forms. As respostas dos estudantes foram mapeadas por meio da análise imediata dessa plataforma. Para avaliação do método, optou-se pelo uso de uma ficha estruturada de reação que deveria ser preenchida pelos participantes. **Resultados:** Os resultados da percepção dos alunos frente a essa metodologia inovadora mostraram-se positivos. As porcentagens de acerto das questões aumentaram após a aplicação do método, evidenciando na prática a aprendizagem dos estudantes. **Conclusão:** Diante dos resultados, o uso do IpC associado às TIC pode ser um caminho promissor para fortalecer o ensino e a aprendizagem.

### PALAVRAS-CHAVE

- Método.
- Ensino.
- Aprendizagem.
- Educação Médica.

**KEY-WORDS**

- Method.
- Teaching.
- Learning.
- Medical Education.

**ABSTRACT**

**Introduction:** Active methodology allows the students to develop active attitudes towards their own teaching and learning process. Peer Instruction (PI) is an active methodology that is characterized by learning through debates, stimulated by multiple-choice theoretical questions. This methodology helps highlight the students' difficulties and creates a situation for reflection on challenging concepts. The technique also enables communication in the classroom, encouraging students to address critical topics related to the discipline. Concomitantly, the use of Communication and Information Technologies (CIT) in education has become increasingly common, and its relevance as an auxiliary tool in the teaching-learning process in the field of health education is increasingly evident. **Objective:** to analyze the pedagogical intervention process through PI, with the didactic support of CITs, in the discipline of Biochemistry. **Methodology:** The target audience of this qualitative study was students of the graduation course in medicine ( $n = 30$ ). The methodology includes a brief introduction of the contents, followed by the presentation of multiple choice questions, which were first answered individually by the students. If the number of correct answers was not satisfactory ( $< 70\%$ ), the students were asked to debate on the topics in small groups. CITs provide an immediate form of sending and analyzing the answers. The method was applied through an electronic questionnaire available through the platform "Google Forms". The students' answers were mapped through the immediate analysis by this platform. To evaluate the method, we use a structured data sheet, which was filled out by the students to record their reactions. **Results:** The results of the survey of students' perceptions using this new technology were positive. The percentage of correct answers increased after applying the method, showing the students' learning process in practice. **Conclusion:** Based on the results, the use of PI associated with CITs is a promising way to strengthen teaching and learning.

Recebido em: 23/7/2018

Aceito em: 3/9/2018

**INTRODUÇÃO**

Historicamente, o sistema de ensino se fundamenta em metodologias conservadoras ou tradicionais, com um modelo de ensino centrado na figura do professor, que detém o conhecimento considerado válido, ou seja, o docente adquire a função de transmitir conteúdos, enquanto o discente os repete sem necessidade de criticar ou refletir<sup>1</sup>. Além disso, esse processo pedagógico é fragmentado e separado em campos intensamente específicos, com a pretensão da eficácia técnica.

No atual contexto social, muito tem se discutido sobre o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que as últimas décadas trouxeram grandes transformações nos âmbitos social, econômico, político e tecnológico. Esse cenário de mudanças demanda aperfeiçoamento do educador e alterações urgentes nas instituições de ensino superior. De acordo com Silva<sup>2</sup>, existe a necessidade de modificar as características do docente:

*O docente não é mais aquele que segura o conhecimento absoluto e dogmático (que não permite questionamentos), mas aquele que estabelece a articulação entre o saber e o aluno. Nessa direção, o professor é alçado à condição de mediador,*

*deixando de lado a postura de transmissor de conteúdos e, por conseguinte, assumindo o papel de orientador e de estimulador na construção social do conhecimento do aluno.*  
(p. 1)

Na área de saúde, surgem incertezas sobre as características do profissional formado por um sistema que não estimula corretamente a autonomia, a capacidade de análise e avaliação ou o raciocínio crítico e criativo. O perfil do profissional da saúde deve envolver, além da compreensão técnico-científica, aspectos de atenção social. Entre outras capacidades, esse profissional precisará ser competente e, conseqüentemente, capaz de resolver problemas de saúde nos planos individual e coletivo, e de adotar decisões adequadas ao ato de liderança, administração e gerenciamento<sup>3</sup>.

Em relação à área da saúde no Brasil, as instituições de ensino precisam formar profissionais em harmonia com os princípios que fundamentam o Sistema Único de Saúde (SUS). Em virtude desta premissa, o Ministério da Saúde tem dedicado esforços a coadunar as práticas da graduação com a assistência prestada à comunidade.

Teóricos como Dewey<sup>4</sup>, Freire<sup>5</sup>, Rogers<sup>6</sup>, Novack e Gowin<sup>7</sup>, entre outros, realçam, há muito tempo, a necessidade de ultrapassar a educação tradicional e focar a aprendizagem no aluno, incluindo-o, incentivando-o e comunicando-se com ele.

Os docentes precisam procurar outros meios que foquem os estudantes, defendam a motivação e possibilitem a autonomia destes. Assim, para minimizar as lacunas deixadas pelo método tradicional pedagógico, novos modelos de ensino-aprendizagem estão sendo propostos na perspectiva de integrar teoria e prática com ênfase nas metodologias ativas de aprendizagem<sup>8</sup>.

A metodologia ativa é uma construção procedimental com concepção educativa e pedagógica que estimula processos de ação-reflexão-ação<sup>9</sup>. Desta forma, o docente media ações que permitem que os estudantes assumam posturas ativas em relação ao seu processo de ensino e aprendizagem, revelando suas experiências e vivências prévias, para que se tornem mais habilitados a lidar com diversos problemas e contextos sociais. Este conceito é confirmado por Freire<sup>10</sup> ao mencionar a educação como um método que não é efetivado por outrem ou pelo próprio sujeito, mas que se concretiza na interação entre sujeitos históricos por meio de suas palavras, ações e reflexões.

Para trabalhar com aulas inovadoras usando TIC, o professor precisa desenvolver novas competências e habilidades: ser um coordenador de aprendizagem, um sujeito aberto à aprendizagem, que aprende com seus alunos, que constrói novas habilidades em seu percurso formativo. Ele deve saber usar as TIC numa perspectiva didática; construir uma proposta pedagógica que valorize a autonomia, a construção coletiva e a autoria dos envolvidos; valorizar a construção do conhecimento em detrimento da reprodução de informações, modelo ainda muito presente nas práticas pedagógicas atuais, com ou sem TIC.

Em meio à pluralidade de metodologias ativas existentes, é preciso optar pela mais adequada ao estágio do curso. Demonstrações, discussões em sala de aula, apresentações, esquemas conceituais e mentais são pertinentes nos semestres iniciais, ao passo que nos demais semestres a utilização de processos de problematização, análises de caso e aprendizagem fundamentada em projeto ocasiona implicações melhores para a formação<sup>11</sup>.

Existem diversos debates sobre as metodologias ativas que precisam ser utilizadas para viabilizar um aumento da atenção e curiosidade do aluno e conceder um aprendizado essencial. Uma das alternativas usadas para tentar alterar o ensino médico tem sido a inclusão de *Peer Instruction* ou Instrução por Colegas.

*Peer Instruction* é uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem que apresenta como característica primordial a ca-

pacidade de auxiliar professores a quantificar, em tempo real, a compreensão e o entendimento dos tópicos ministrados em sala de aula. Dessa forma, aluno e professor podem obter *feedback* acerca do aprendizado sobre determinado tópico ministrado durante a aula<sup>12</sup>.

Também conhecida por Instrução por Colegas (IpC), essa metodologia de aprendizagem possui reconhecimento proeminente e foi desenvolvida inicialmente para o curso de Física pelo professor Eric Mazur, da Universidade de Harvard. Desde sua criação, na década de 1990, a IpC vem apresentando relevância internacional em virtude da sua capacidade de atrair os estudantes, ao mesmo tempo em que facilita o desenvolvimento das habilidades sociais e cognitivas dos alunos<sup>13</sup>. É caracterizada pela aprendizagem por meio de debates entre os alunos, estimulados por questões teóricas de múltipla escolha (*concept tests*), voltadas para mostrar as dificuldades dos estudantes e gerar no universitário uma reflexão sobre conceitos desafiadores. Ademais, a técnica possibilita a comunicação em sala de aula para atrair os alunos e abordar tópicos críticos da disciplina<sup>12,14,15</sup>.

A metodologia da IpC no ensino se baseia no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e na apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. A interação entre os estudantes auxilia no processo de aprendizagem dos conceitos fundamentais dos módulos em estudo, objetivo fundamental dessa metodologia de ensino, segundo Araujo e Mazur<sup>16</sup>. Resumidamente, a IpC considera uma primeira apresentação de sete a dez minutos do conceito ou conteúdo e depois a aplicação do teste conceitual de escolha múltipla, de início respondido individualmente pelos alunos em até dois minutos. O professor, então, escolhe de que maneira continuará sua aula conforme as respostas dos alunos<sup>16</sup>. Se o índice de respostas corretas estiver entre 30% e 70%, os alunos serão instruídos a compor pequenos grupos, debater e depois votar de novo.

Embora a IpC tenha uma proposta interessante, sua aplicação requer algumas adaptações na sala de aula, como um sistema de envio de respostas pelos alunos e análise imediata pelos professores. Nesse momento, podemos contar com diversas ferramentas permitidas pelas novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), que cumprem esse papel.

As TIC têm sido cada vez mais empregadas no contexto educacional e estão ganhando cada vez maior relevância como ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem na área da saúde<sup>17</sup>. Acompanhando a emergência da era digital e o grande incremento das tecnologias de informação nos últimos anos, destacando-se a popularização da internet na década de 1990, surgem as gerações dos “nativos digitais”,

que hoje são a maioria nos cursos de graduação<sup>18</sup>. Como esses indivíduos apresentam grande facilidade com a linguagem tecnológica, diversas tecnologias têm sido incorporadas aos recursos didáticos a fim de aprimorar o ensino e aprendizado dos estudantes do curso de Medicina<sup>19</sup>.

Em razão da necessidade de um material pedagógico mais interativo para cultivar o interesse da temática em Bioquímica e a busca de atualização contínua, professores e alunos apontam a necessidade de criar uma nova ferramenta de ensino, embasada na utilização da IpC e associada ao uso das TIC, visto que a Bioquímica, conteúdo da disciplina Biologia Celular e Tecidual ofertada aos alunos ingressantes no ciclo básico de Medicina, demanda elevado nível de subjetividade para poder ser assimilada pelos alunos. É extremamente complicado compreender que os distintos mecanismos exibidos acontecem de maneira simultânea<sup>20</sup>. Beckhauser *et al.*<sup>21</sup> afirmam que mais de 90% dos alunos de Medicina admitem apresentar dificuldade nessa disciplina. Outro fator é a dificuldade de compreender como os temas estudados nessa matéria vão ser relevantes para a prática clínica. Por isso, entre os desafios dos docentes, destaca-se a falta de motivação dos alunos para a aprendizagem dos conteúdos.

Embora a Bioquímica seja importante para a formação dos profissionais da saúde por ser apresentada no início do curso, os estudantes têm dificuldades em perceber a íntima relação existente entre ela e a clínica. Assim, o aluno necessita se habituar a conceber a Bioquímica como ferramenta de trabalho na área clínica para a compreensão do desenvolvimento da patologia e do diagnóstico.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi analisar o processo de intervenção pedagógica com mediação da metodologia ativa de aprendizagem baseada em Instrução por Colegas com suporte didático das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), em conteúdo curricular abrangendo Biologia Celular e Tecidual, delimitado no Centro do Metabolismo Energético, oferecido aos estudantes do curso de Medicina da Universidade São Francisco (USF).

## METODOLOGIA

O público-alvo desta pesquisa foi composto por alunos regulares e voluntários do curso de Medicina de uma instituição de ensino superior, a Universidade São Francisco (USF), no *campus* de Bragança Paulista. O período de aplicação da metodologia foi o segundo semestre de 2017 e primeiro semestre de 2018, com a participação de 30 alunos com idade média de 20 anos dos ciclos básico e clínico. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da USF com o CAAE: 76720917.3.0000.5514.

Optou-se pela realização da metodologia com temas referentes à disciplina Biologia Celular e Tecidual – Bioquímica, ministrada no primeiro semestre da graduação de Medicina da Universidade São Francisco. Entre os conteúdos que integram a matéria, a glicólise, descarboxilação do piruvato, ciclo de Krebs e cadeia de transporte de elétrons foram os tópicos abordados para criação dos testes conceituais, sendo estes assuntos considerados mais relevantes em virtude de compreenderem o centro do metabolismo energético.

Para efetivar a experiência da IpC, foram elaborados testes conceituais com base em revisão da literatura, a fim de se obter um referencial teórico sobre a temática. Desta forma, foram desenvolvidas questões objetivas, baseadas em livros disponíveis na biblioteca física e virtual da universidade e em artigos sobre os temas citados. O questionário continha sete questões de múltipla escolha, divididas de forma a conter duas perguntas de glicólise, duas de descarboxilação de piruvato, duas de cadeia transportadora de elétrons e uma pergunta de ciclo de Krebs. A forma de apresentação das questões está exemplificada no Quadro 1.

### QUADRO 1

#### Exemplos de questões utilizadas no questionário eletrônico

Módulo: Glicólise e Descarboxilação do Piruvato

**Questão:** Os eritrócitos representam cerca de 3% da massa corporal total e são responsáveis por 10% do metabolismo total da glicose, possuindo a maior taxa de utilização dessa hexose. Apesar disso, possuem uma das menores taxas de produção de ATP. Uma explicação para esse fenômeno seria:

- Os eritrócitos são células desprovidas de mitocôndrias; sendo assim, realizam glicólise anaeróbica, produzindo uma quantidade maior de ATP;
- Essas células anucleadas não necessitam de tanta energia para suas atividades celulares, realizando glicólise aeróbica e produzindo menor quantidade de ATP;
- Os eritrócitos realizam metabolismo aeróbico de forma muito lenta, pois não precisam de muita energia para as atividades celulares;
- Os eritrócitos não apresentam mitocôndrias, sendo dependentes do metabolismo anaeróbico da glicose, rendendo muito menos ATP;
- Os eritrócitos necessitam de muita energia e para isso captam maior quantidade de glicose para produção de ATP; porém, por não representarem uma grande parte do peso corporal, não têm tanto efeito na quantidade total da produção de ATP.

**Resposta D.** Os eritrócitos são células que não apresentam mitocôndrias, sendo dependentes do metabolismo anaeróbico, que rende muito menos ATP. Logo, para conseguir a energia necessária, há necessidade de maior captação de glicose, justificando a alta taxa de utilização dessa molécula, mesmo com níveis tão baixos de produção energética.

BAYNES, J. Metabolismo anaeróbico da glicose nos eritrócitos. *In*: BAYNES, J.; DOMINICZAK, M. H. **Bioquímica Médica**. São Paulo: Editora Manole, 2000. p. 125-137.

## Módulo 2: Ciclo de Krebs e Cadeia Transportadora de Elétrons

**Questão:** Praganglioma hereditário é uma doença determinada pela presença de tumores benignos na cabeça e no pescoço, usualmente no corpo carotídeo, órgão com quimiorreceptores sensíveis às concentrações sanguíneas de  $O_2$ . Os indivíduos acometidos pela doença são aqueles com mutações específicas em subunidades que compõem o complexo II próximas ao grupo Heme b.

Sabendo-se disso, qual a alternativa correta a respeito dos complexos:

- Complexos proteicos pequenos e dois componentes grandes e independentes (ubiquinona e citocromo c) compõem a cadeia de transporte de elétrons;
- Os complexos I, II e III vão bombear os prótons da matriz para o espaço intramembrana;
- O complexo IV reduz o  $O_2$  em duas moléculas de  $H_2O$  pela transferência de dois elétrons;
- O bombeamento de prótons para fora da mitocôndria contribui para a formação de cerca de uma molécula de ATP por elétron transferido ao oxigênio;
- O complexo ATP sintase é um motor impulsionado por prótons.

**Resposta E.** São complexos proteicos grandes e os componentes são pequenos. O complexo IV é capaz de reduzir o oxigênio à água em uma reação de transferência de quatro elétrons. Os complexos I, II e IV vão bombear os prótons para o espaço intramembrana. Forma-se uma molécula de ATP por par de elétron.

BAYNES, J. Metabolismo anaeróbico da glucose nos eritrócitos. In: \_\_\_\_\_, J.; DOMINICZAK, M. H. **Bioquímica Médica**. 3 ed. São Paulo: Editora Manole, 2000. p. 97-114  
NELSON, D. L.; COX, M. M. Glicólise, gliconeogênese e via das pentoses-fosfato. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p.732-769.

Fonte: O próprio autor.

Estas questões e respectivas soluções foram desenvolvidas e proporcionadas através da plataforma do Formulário Google (FG), que facilita o controle de perguntas e respostas, assim como o tempo de execução de cada fase com suas estruturas de repetição. A plataforma possui facilidade de acesso, sem necessidade de cadastro anterior. O tempo de aplicação da metodologia foi de uma hora, sendo sete minutos destinados à explicação do docente sobre o Centro do Metabolismo Energético. A ferramenta foi viabilizada para aplicação aos participantes da pesquisa no laboratório de informática. Os estudantes foram divididos em grupos distintos, com cada aluno utilizando um computador, sendo que esta separação foi realizada por conveniência dos próprios alunos.

Ao concluírem as sete questões, os alunos preencheram um questionário de avaliação do método com três colunas: “que legal”, “que chato” e “acho melhor”. Na coluna “que legal”, os universitários descreveram o que mais chamou sua atenção, o interessante ou apenas o que gostaram. Na coluna “que chato”, indicaram os aspectos não interessantes ou algo que não gostaram. A coluna “acho melhor” foi reservada para que descrevessem suas sugestões. Também havia questões de

avaliação da metodologia aplicada, com respostas permitidas de “suficiente” e “insuficiente”. Ao concluírem a atividade, os alunos tiveram acesso às respostas corretas, comentadas e referenciadas.

A aplicação da metodologia seguiu algumas etapas: disponibilização prévia de ferramenta didática pelo professor; breve apresentação do conteúdo pelo docente; apresentação das perguntas aos alunos; os estudantes respondem individualmente; em grupos, os alunos discutem suas respostas; os estudantes reportam as respostas revistas; disponibilização da resposta correta; os alunos respondem a uma ficha estruturada de avaliação do método.

A pesquisa apresentou caráter anônimo, não estando os nomes dos respondentes vinculados aos resultados de pontuação do questionário, nem de sua avaliação. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em aulas de Bioquímica, as dificuldades conceituais dos universitários, a insuficiência de concentração e a desmotivação para aprender compõem grandes desafios para os docentes. As possíveis causas seriam a falta de estímulo dos professores, a ausência de artifícios de ensino que envolvam a participação ativa do aluno e a necessidade de usar tecnologias que beneficiem uma aprendizagem mais eficiente. Esses fatores contribuem para que os estudantes desenvolvam uma visão de ensino fragmentada e difícil de ser aprendida.

Tendo por base essa premissa, o presente estudo procurou avaliar a percepção dos alunos de Medicina frente a uma metodologia ativa de ensino, em especial a Instrução por Colegas, associada ao uso das TIC, visto que os estudantes estão acostumados a uma visão de ensino tradicional.

Para compor o estudo, contamos com a participação de 30 alunos voluntários do curso de Medicina da USF, entre os quais 10 homens e 20 mulheres. Por meio da aplicação de uma ficha estruturada de avaliação, aplicada após o emprego do método, pudemos ter uma percepção melhor da visão dos alunos. Os resultados obtidos se encontram na Tabela 1.

Conforme os dados obtidos em campo, na ficha estruturada e nos testes conceituais, foi possível desenvolver alguns pontos de análise: se a utilização da metodologia ativa favoreceu o aprendizado; se houve convergência das respostas para a alternativa correta na segunda votação; se o uso das TIC favoreceu o aprendizado; e como foi a interação e discussão com os colegas.

O uso das TIC no ambiente universitário – por exemplo, *smartphones*, *tablets* e computadores – como ferramenta para

**TABELA 1**  
**Resultados absolutos e percentuais da avaliação do método**

	Suficiente		Insuficiente	
Apresenta conhecimento do conceito de metodologia ativa de aprendizagem	29	97%	1	3%
Atingiu os objetivos de aprendizagem propostos pela atividade	29	97%	1	3%
O uso da metodologia ativa de aprendizagem favoreceu a sua aprendizagem	28	93%	2	7%
A mediação e interação com os colegas durante a execução da metodologia foi	28	93%	2	7%
Sente-se responsável pela sua aprendizagem	33	100%	0	0%
Participa das discussões que envolveram os conteúdos abordados	29	97%	1	3%
O uso de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC – computador) favorece o seu aprendizado	29	97%	1	3%
Sente que tem habilidades para usar o computador na relação ensino-aprendizagem	27	90%	3	10%

Fonte: O próprio autor.

mediar práticas pedagógicas, com potencial para reforçar o interesse e atrair a atenção dos estudantes, pode ser um caminho promissor para fortalecer o ensino e a aprendizagem.

Esta pesquisa fez uso da plataforma do *Google Forms* para o bom emprego da IpC, unindo metodologia ativa e as TIC. Essa ferramenta possibilita criar formulários e apresenta facilidade de acesso e manipulação dos dados, tendo em vista que dispõe de uma plataforma preparada para a organização das respostas de maneira a facilitar a análise de cada questão. Além disso, pode ser aberta em qualquer dispositivo eletrônico que tenha acesso à internet, razão pela qual foi utilizada para aplicação da IpC neste trabalho.

Uma vez que os resultados da percepção dos alunos frente a essa metodologia inovadora se mostraram positivos ao se aliar TIC e interação entre os colegas, podemos analisar também o impacto da metodologia no aprendizado dos estudantes por meio das Figuras 1 e 2, exemplos das questões aplicadas, que evidenciam o aumento da porcentagem no acerto das questões após a discussão em grupos. As assertivas corretas estão em destaque.

A IpC também foi tema de outras pesquisas na área da medicina. Rao e DiCarlo<sup>22</sup>, ao avaliarem o impacto do método no desempenho de estudantes em um curso de Fisiologia para estudantes de Medicina, constataram um aumento estatística-

**FIGURA 1**  
**Resultados da questão 1 sobre glicólise e descarboxilação do piruvato (fonte: o próprio autor)**

**Os eritrócitos representam cerca de 3% da massa corporal total e são responsáveis por 10% do metabolismo total da glicose, possuindo a maior taxa de utilização dessa hexose. Apesar disso, possuem uma das menores taxas de produção de ATP.**

**Uma explicação para esse fenômeno seria:**

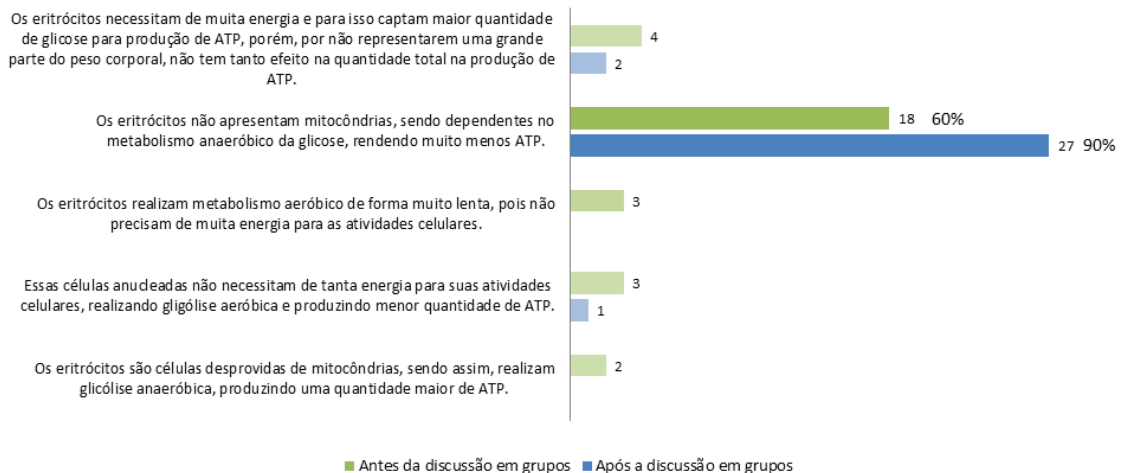
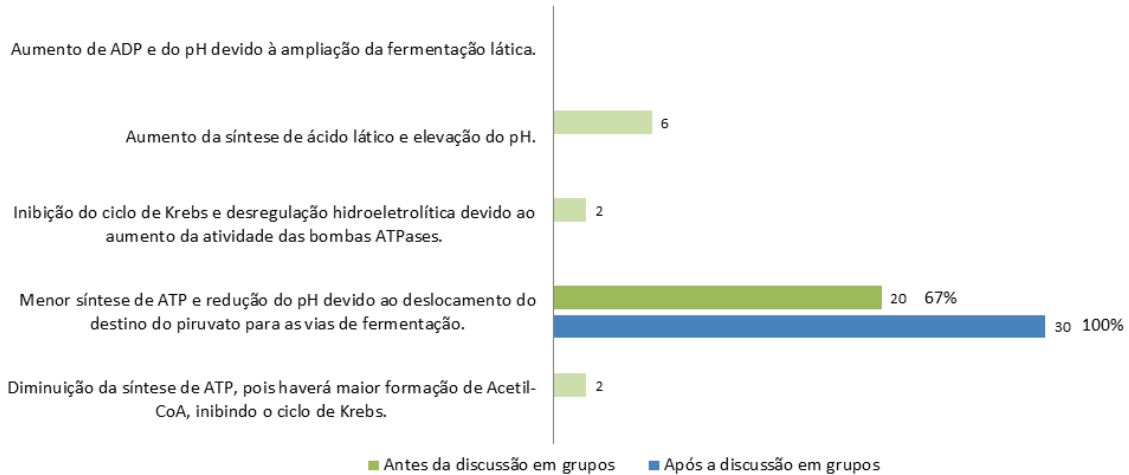


FIGURA 2

Resultados da questão 2 sobre glicólise e descarboxilação do piruvato (fonte: o próprio autor)

A tiamina-pirofosfato (TPP) é uma coenzima da reação da piruvato descarboxilase. A TPP é derivada da vitamina B1 e a deficiência dessa vitamina causa uma condição patológica conhecida como beribéri.

Conhecendo-se o papel da TPP para a descarboxilação do piruvato, as consequências do beribéri são:



mente significativo no escore dos estudantes após a discussão entre os colegas.

Cortright *et al.*<sup>23</sup>, ao avaliarem a utilização da IpC com estudantes de um curso de Fisiologia do Exercício em uma universidade americana, concluíram que o grupo dos estudantes que respondeu às questões conceituais e interagiu com os colegas, conforme a estrutura da IpC sugere, teve desempenho superior.

Esse tipo de metodologia é capaz de potencializar as inter-relações estudante-estudante e estudante-professor, rompendo com as tradicionais aulas unicamente expositivas, em que apenas o professor explica os conceitos, transcendendo o processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com Mercado<sup>24</sup>:

*O professor, para trabalhar com aulas inovadoras usando TIC, precisa desenvolver novas competências e habilidades: ser um coordenador de aprendizagem, um sujeito que está aberto à aprendizagem, que aprende com seus alunos; que constrói novas habilidades no seu percurso formativo: saber usar as TIC numa perspectiva didática; construir uma proposta pedagógica que valorize a autonomia, a construção coletiva e a autoria dos envolvidos; valorizar a construção do conhecimento em detrimento da reprodução de informações.* (p. 263-299).

Foi observado que, após a discussão entre os colegas, houve uma tendência para a alternativa correta em testes conceituais, em concordância com o que mostram alguns estudos da literatura. Por exemplo, existem no Brasil alguns artigos, monografias e dissertações sobre situação de aplicação da IpC no ensino<sup>16,25,26</sup>.

Segundo Oliveira<sup>25</sup>:

*As discussões entre os alunos promovidas pelos Testes Conceituais se mostraram bastante eficazes na maioria das vezes. Após os debates entre os colegas sobre os conceitos físicos envolvidos nas questões, o percentual de respostas corretas e o nível de confiança dos alunos ao escolherem determinada alternativa aumentavam consideravelmente, o que é tomado como um bom indicio das potencialidades da proposta.* (p. 89)

A avaliação dos estudantes na presente pesquisa também se mostrou favorável. Diversos comentários, apresentados a seguir, evidenciaram a impressão positiva que o método proporcionou:

*O método é muito interessante, pois permite um raciocínio individual e posteriormente em conjunto que auxilia no aprendizado, pois permite o compartilhamento do conhecimento.*

*Muito dinâmico. Permitiu a troca de conhecimento com os colegas. As atividades permitiram a aplicação do conteúdo. Além disso, a discussão não torna a atividade maçante.*

*A metodologia utilizada alcançou resultados satisfatórios para a aprendizagem. A discussão em grupo proporcionou melhor desempenho.*

Outra característica do método destacada nas avaliações dos estudantes foi a possibilidade de obter as respostas registradas em tempo real pelo professor, que, mediante análise, pode constatar os conteúdos em que a turma apresentou maiores dificuldades e oferecer maior atenção a eles. Ao mesmo tempo, os alunos, por meio desse *feedback*, podem rever seus erros e propor os próprios caminhos para a solução dos problemas encontrados. A concretização dessa ideia se encontra no seguinte comentário de um dos participantes da pesquisa:

*Após o estudo da matéria em sala de aula, este método é muito bom para identificar lacunas de aprendizagem e possibilitar uma melhor e mais completa compreensão sobre o assunto.*

Cabe uma ressalva neste momento: a criação de questões conceituais em disciplinas do ciclo básico, como é o caso da Bioquímica, sempre encara o desafio de estas não serem atrativas para os estudantes devido à distância existente entre os conceitos abordados e a realidade dos graduandos, que consideram as disciplinas abstratas e complexas. Logo, as questões selecionadas, em uma forma de aperfeiçoamento do método tradicional, foram as que abordavam os conceitos permeadas com questões clínicas pertinentes à prática médica, instigando o aluno a participar da atividade. Essa condição também foi aprovada pelos alunos participantes da pesquisa:

*Acho melhor sempre fazer correlações clínicas nas questões.*

Algumas circunstâncias que poderiam prejudicar a execução do método também foram apontadas nos comentários dos alunos:

*A discussão em grupo numa sala grande faria muito barulho. Problemas com a conexão da internet poderiam atrapalhar.*

As tentativas de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem devem se concentrar na utilização de novos métodos que busquem a concretização no processo de aprender do estudante. As metodologias ativas de ensino-aprendizagem permitem a articulação, criando possibilidades de intervenção rá-

pida sobre a realidade<sup>27</sup>. Esse fato, associado ao uso das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), parece satisfazer o perfil das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Medicina<sup>3</sup> de 2014 e as competências para ensinar no século XXI segundo Philippe Perrenoud e Monica Gathar Thurler<sup>28</sup>.

## CONCLUSÃO

A metodologia tradicional, muito centrada na aula expositiva, embora ainda seja dominante em nossa cultura educacional, não atende às demandas do século XXI, que cada vez mais exigem um perfil que incorpore as chamadas “competências sociais”, que facultem ao profissional resolver problemas complexos: pensamento crítico; espírito de equipe; autonomia; responsabilidade; ética e capacidade de aprender sempre. Para tanto, as metodologias ativas de aprendizagem contribuem de forma eficaz<sup>29,30,31</sup>.

Neste contexto sociocultural, a tarefa da educação formal não é mais tanto a transmissão de conhecimento pronto e acabado, ou seja, conhecimento enquanto conteúdo, mas a construção do conhecimento enquanto processo cognitivo, ou seja, o desenvolvimento, no formando, de competências e habilidades mentais, procedimentais e afetivas que lhe possibilitem aprender sempre e transitar com desenvoltura nesse novo mundo.

O método IpC apresenta vantagens significativas que impactam os resultados de aprendizagem, entre eles: o favorecimento da efetividade da aprendizagem, em virtude da identificação do outro como par, tendo-se por base a afinidade linguística etária; a possibilidade de expressão no anonimato por meio do uso do aplicativo *Google Forms*, que realiza o encorajamento e a demonstração das dificuldades sem receio; o erro é um importante indicador de resolução no momento, uma vez que as respostas são analisadas imediatamente após a resolução; a discussão entre pares favorece grandemente o desenvolvimento da habilidade de interação e comunicação em equipes estabelecida pelas Diretrizes Curriculares Nacionais<sup>3</sup>.

Rego<sup>32</sup> também defende que as interações sociais são imprescindíveis ao desenvolvimento e aprendizado do aluno, pois

*Passam a ser entendidas como condição necessária para a produção de conhecimentos por parte dos alunos, particularmente aquelas que permitam o diálogo, a cooperação e troca de informações mútuas, o confronto de pontos de vista divergentes e que implicam na divisão de tarefas onde cada um tem uma responsabilidade que, somadas, resultarão no alcance de um objetivo comum. Cabe, portanto, ao professor não somente permitir que elas ocorram, como também promovê-las no cotidiano da sala de aula. (p. 110).*



Por outro lado, as interações discursivas entre alunos e entre professor e alunos são facilitadas com o auxílio de estratégias educacionais como a IpC.

Diante dos resultados encontrados, a IpC é uma proposta altamente recomendada, especialmente quando se busca engajar o estudante no processo de aprendizagem, bem como melhorar seus resultados de aprendizagem. Trata-se de uma metodologia que potencializa as inter-relações entre os estudantes e dos estudantes com o professor, rompendo com as tradicionais aulas unicamente expositivas, em que apenas o professor explica os conceitos. O uso dessa metodologia de ensino, associada às TIC como ferramentas para mediar práticas pedagógicas, com potencial para reforçar o interesse e atrair a atenção dos estudantes, pode ser um caminho promissor para fortalecer o ensino e a aprendizagem.

A presença dos estudantes no laboratório de informática, associada aos relatos favoráveis em referência ao processo, demonstra que é viável, por meio da metodologia Instrução por Colegas, a alteração da dinâmica de ensino tradicional, somando expressivamente a interação entre alunos e a participação dos discentes.

Portanto, utilizar a IpC é desenvolver um movimento multidirecional, em que o aluno passa a ser o centro do processo de aprendizagem, como manifesta Rego<sup>33</sup>.

*[...] os estudantes constroem o conhecimento em parceria, pois utilizam a argumentação, que possibilita a "abstração e generalização de objetos" de forma a estabelecer "significados através da percepção e interpretação" de conceitos tanto para quem explica quanto para quem ouve, que esforça-se em entender. Dessa forma o conhecimento é internalizado. (p. 53-55)*

Logo, é notável a necessidade de utilizar novas sugestões metodológicas para o ensino de Bioquímica, com o intuito de mudar a visão que os estudantes têm da disciplina. A forma como a ciência é empregada em conjunturas formais de ensino, principalmente no contexto da educação brasileira, vem desmotivando os alunos há décadas. A pesquisa descrita neste estudo tenta propor uma opção para esse cenário por intermédio da IpC,

## REFERÊNCIAS

1. Simon E, et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem e educação popular: encontros e desencontros no contexto da formação dos profissionais de saúde. *Comunicação saúde educação* 2014; 18(2)1355-1364.
2. Silva M. Falta interatividade. *Revista Carta na Escola*, São Paulo, p.1, 2011. Disponível em: <https://www.cartacapi-tal.com.br/educacao/falta-interatividade>. Acesso em 20 de Novembro de 2017.
3. Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução CES/CNE nº116 de 3 de abril 2014. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Medicina. *Diário Oficial da União*. Brasília, 6 de junho de 2014; Seção 1, p. 17.
4. Dewey J. *Vida e Educação*. 5 ed, São Paulo: Nacional. 1959.
5. Freire P. *Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática educativa*. 36 ed, São Paulo: Paz e Terra, 2009.
6. Rogers C. *Liberdade para Aprender*. 2 ed, Belo Horizonte: Interlivros, 1973.
7. Novak JD, Gowin DB. *Aprender a aprender*. 2 ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.
8. Marin MJS, et al. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação Médica* 2010; 34(1)13-20.
9. Freire P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 33 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.
10. Freire P. *Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática educativa*. 51 ed. São Paulo: Paz e terra, 2015.
11. Oliveira GA. Uso de metodologias ativas em educação superior. In: Cecy C, Oliveira GA, Costa E. *Metodologias ativas: aplicações e vivências em educação farmacêutica*. Brasília: Associação Brasileira de Ensino Farmacêutico e Bioquímico, 2010. p.11-33.
12. Crouch CH, Mazur E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics* 2001; 69(9)970-977.
13. Müller MG, et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). *Revista Brasileira de Ensino de Física* 2017; 39(3)e3403.
14. Crouch CH, et al. Peer Instruction: Engaging students one-on-one, all at once. *Research-based Reform of University Physics* 2007; 1(1)1-55.
15. Lasry N, Mazur E, Watkins J. Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics* 2008; 76(11)1066, 2008.
16. Araujo IS, Mazur E. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 2013; 30(2)362-384.
17. Oliveira, S. *Geração Y: o nascimento de uma nova versão de líderes*. 1 ed. São Paulo: Integrate Editora, 2010.
18. Santos WP, Lisboa WT. Características psicossociais e práticas de consumo dos "nativos digitais": implicações,

- permanência e tendências na comunicação organizacional. *Comunicação & Mercado/UNIGRAN*2014;3(6)98-110.
19. Sátiro Filho JM, Almeida MG, Pedrosa JIS. Utilização de softwares como ferramenta didática em Medicina. *Anais do I Congresso Virtual Brasileiro: gestão, educação e promoção na saúde*. 2012 out.22-26; Brasília: UnB; 2012. p. 22-26.
  20. Dias G, et al. Desenvolvimento de ferramentas multimidiáticas para o ensino de bioquímica. *Revista Práxis*2013; 5(9)25-30.
  21. Beckhauser PF, Almeida EM, Zeni ALB. A Bioquímica como Disciplina Básica em Medicina: Esquemas e Soluções de Problemas. *Revista Brasileira de Educação Médica* 2005; 29(3)161-166.
  22. Rao SP, DiCarlo SE. Peer instruction improves performance on quizzes. *Advances In Physiology Education* 2000; 24(1)51-55.
  23. Cortright RN, Collins HL, DiCarlo SE. Peer instruction enhanced meaningful learning: ability to solve novel problems. *Adv Physiol Educ* 2005; 29(2)107-111.
  24. Mercado LPL. Metodologias de ensino com tecnologias da informação e comunicação no ensino jurídico. *Revista da Avaliação da Educação Superior* 2016, 21(1), 263-299.
  25. Oliveira V. Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio. Porto Alegre; 2012. Mestrado [Dissertação] -Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
  26. Müller MG. Metodologias interativas na formação de professores de física: um estudo de caso com o peer instruction. Porto Alegre; 2013. Mestrado [Dissertação]- Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
  27. Gomes AP, Rego S. Transformação da Educação Médica: É Possível Formar um Novo Médico a partir de Mudanças no Método de Ensino-Aprendizagem? *Revista Brasileira de Educação Médica* 2011; 35(4)557-566.
  28. Perrenoud P, Thurler MG. As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação. 1 ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.
  29. Berbel NAN. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina, Ciênc. Soc. Hum*2011; 32(1)25-40.
  30. Musa, F, et al. Developing Workplace Awareness through Project Work. *Creative Education* 2016; 7(4)701-711. Disponível em <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2016.74074>
  31. Oliveira AC, Couto HRP, Gontijo MCH. Metodologias e tecnologias inovadoras no ensino superior, graduação e pós-graduação; aprendizagem ativa na educação superior: uma aplicação do Peer Instruction na FACEB/Unipac – Bom Despacho. In: *O Jurídico*, 2014. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812037639>
  32. Rego TC. Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2007.
  33. Rego TC. Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 8 ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

### CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Michelly Macedo de Oliveira e Amanda Pavani Plantier participaram da obtenção de dados, análise estatística, análise e interpretação dos dados e redação do manuscrito, cabendo a Maria Betânia de Oliveira Garcia a concepção e desenho da pesquisa, o acompanhamento da pesquisa e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante.

### CONFLITO DE INTERESSES

**Todos os autores declaram não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.**

### ENDEREÇO DE CORRESPONDÊNCIA

Avenida São Francisco de Assis, 218 – Jardim São Jose, Bragança Paulista/SP, 12916-900



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.