

# **Desempenho dos alunos na resolução de problemas em um ambiente de aprendizagem ativa**

## **Students' performance on solving problems in an active learning environment**

**Gabriel Santos Arini**

Instituto de Química – Universidade de São Paulo (USP).

**Lara Ferrari Fiorini**

Faculdade de Ciências Farmacêuticas e Bioquímicas – Oswaldo Cruz.

**Camila Aparecida Tolentino Cicuto**

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo (USP).

**Erik Montagna**

Núcleo de Ensino e Pesquisa em Educação e Saúde (NEPES) da Faculdade de Medicina do ABC.

**Bayardo Baptista Torres**

Instituto de Química – Universidade de São Paulo (USP).

bayardo@iq.usp.br

### **Resumo**

O uso de métodos ativos permite que os alunos tenham maior autonomia no processo de ensino-aprendizagem. O objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho dos estudantes para resolver problemas sobre metabolismo e hemoglobina durante a disciplina de Bioquímica: Estrutura e Metabolismo de Biomoléculas. Nesta disciplina são utilizadas duas estratégias para promoção da aprendizagem ativa: períodos de estudo (PE) e grupos de discussão (GD). Os dados foram submetidos à Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA). A análise conjunta dos cinco grupos (I-V) obtidos pela HCA permitiu verificar que os alunos que tiveram melhor desempenho para resolver problemas correspondem a mais de 50% (IV e V) e, além disso, os alunos com desempenho moderado representam a 35% (I e III) e aqueles que tiveram mais dificuldade correspondem a apenas 12% (II). Os resultados obtidos evidenciam o impacto positivo do ambiente de aprendizagem ativa no desempenho dos alunos para resolução de problemas.

**Palavras chave:** desempenho, aprendizagem ativa, resolução de problemas, Ensino de Bioquímica.

### **Abstract**

The use of active methods allows students to have greater autonomy in the learning process. The objective of this study was to assess the performance of students to solve problems on metabolism and hemoglobin during the Biochemistry: Structure and Metabolism of Biomolecules course. In this course two strategies are used to promote active learning: study periods (SP) and discussion groups (DG). The data were subjected to Hierarchical Cluster

Analysis (HCA). The analysis of the five groups (I-V) obtained by HCA showed that students who performed better to solve problems represents more than 50% (IV and V) and, in addition, students with moderate performance represents a 35% (I and III) and students who had more difficulty correspond to only 12% (II). The results show the positive impact of active learning environment on student performance to solve problems.

**Key words:** performance, active learning, problem solving, Biochemistry teaching.

## Introdução

A descoberta da estrutura molecular do DNA por Watson e Crick (WATSON e CRICK, 1953), assim como a descoberta da dupla atividade enzimática da Fosfofrutoquinase II/Frutose 2,6-Bisfosfatase são alguns exemplos que caracterizam mudanças paradigmáticas no campo da Bioquímica. Como consequência destes acontecimentos, o Ensino de Bioquímica apresenta muitos desafios para os professores e alunos, uma vez que a quantidade de informação continua a crescer e o tempo de duração das disciplinas mantém-se o mesmo (WOOD, 2001). Esses argumentos justificam a necessidade do uso de métodos ativos para atender as demandas formativas desta área científica. Isso porque os alunos que aprendem nesses ambientes têm mais autonomia e mais iniciativas, não dependendo do conhecimento que é transmitido pelo professor (WOOD, 2001; POWELL, 2003).

Nessa perspectiva, a presente pesquisa se deu no ambiente de aprendizagem ativa da disciplina Bioquímica: Estrutura e Metabolismo de Biomoléculas (oferecida pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo). Nela são utilizadas duas principais estratégias para permitir o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem: período de estudo (PE) e grupo de discussão (GD).

No PE os alunos formam grupos de cinco e estudam com o auxílio de um roteiro composto por questões situadas na categoria inferior da classificação de Zoller (1993): LOCS, do inglês *Low Order Cognitive Skills*. Estas questões são resolvidas em colaboração entre os estudantes. Os professores e monitores orientam a condução do PE e têm o papel de esclarecer dúvidas para direcionar o estudo, para tanto não oferecem respostas prontas. Após resolver as questões do PE, os alunos estão preparados para o GD.

O GD é composto por cerca de 30 alunos. Nesta etapa, os alunos resolvem problemas sobre o conteúdo do PE, porém a demanda cognitiva para resolução das atividades propostas é maior. Isso porque estes problemas estão situados no nível superior da classificação de Zoller (1993): HOCS, do inglês *High Order Cognitive Skills*. O PE e GD permitem que os alunos exponham as dúvidas e evidenciam as concepções alternativas sobre o conteúdo estudado. Portanto, possibilitam a participação ativa dos estudantes nas atividades colaborativas.

Ainda que o uso de estratégias ativas seja útil quando o objetivo é promover o desenvolvimento de habilidades para compreensão da Bioquímica, a seguinte pergunta emerge: os alunos aprendem corretamente os conceitos necessários para resolver problemas quando estudam em grupo? De acordo com a literatura, os alunos que estudam em ambiente de aprendizagem ativa têm melhor desempenho para resolver problemas que em um ambiente de aprendizagem passiva (WILKE, 2003; SMITH et al., 2009; KNIGHT e WOOD, 2005). Isso se deve principalmente ao seu envolvimento nas atividades acadêmicas, permitindo que reflitam sobre a experiência de aprendizagem (JONES, 2007; MONTEIRO e SMOLE, 2010). Nesta perspectiva, analisou-se o desempenho dos alunos de uma turma do curso de bacharelado em Esportes da Universidade de São Paulo (USP) em um teste composto de seis

problemas sobre metabolismo e hemoglobina situados no nível superior da classificação de Zoller (1993).

## **Objetivos**

O objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho dos alunos de bacharelado em Esportes na resolução de problemas sobre metabolismo e hemoglobina durante a disciplina de Bioquímica: Estrutura e Metabolismo de Biomoléculas.

## **Referencial Teórico**

As atividades desenvolvidas no PE e GD permitem a troca social durante o processo de ensino-aprendizagem na disciplina Bioquímica: Estrutura e Metabolismo de Biomoléculas. Neste cenário, o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) proposto por Vygotsky (1978) é fundamental para compreensão do processo de colaboração que ocorre a partir do uso destas estratégias.

A ZDP refere-se a “aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão no processo de maturação” (VYGOTSKY, 1978, p. 86). Ela é caracterizada pela distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. O nível de desenvolvimento real é amadurecimento das funções mentais estabelecidas como resultado de ciclos de desenvolvimento completos, enquanto que o nível de desenvolvimento potencial é caracterizado pela resolução de problemas com a orientação de indivíduos mais capacitados (VYGOTSKY, 1978). Assim, esse conceito permite explicar porque os problemas que não eram resolvidos independentemente passam a ser resolvidos pelos indivíduos através de interações sociais.

Na sala de aula, o conceito da ZDP permite compreender porque os alunos aprendem quando estudam em grupo. Na colaboração com os pares, os estudantes possuem algum conhecimento e habilidade e, para completar um novo ciclo de desenvolvimento, precisam das contribuições de outros indivíduos. Isso porque os alunos têm experiências incompletas, mas relativamente iguais, enquanto que quando o conhecimento é transmitido pelo professor este processo é dificultado pela grande assimetria de conhecimento (GOOS, GALBRAITH e RENSHAW, 2002; VYGOTSKY, 1978).

Nessa perspectiva, o conceito da ZDP permite compreender o papel do PE e GD para favorecer o aprendizado dos alunos sobre Bioquímica. A interação entre os estudantes é favorecida porque eles possuem aproximadamente no mesmo nível de desenvolvimento cognitivo sobre Bioquímica. Assim, eles se envolvem em uma troca ativa de experiências e podem completar um novo ciclo de desenvolvimento.

## **Procedimentos**

### **Coleta de Dados**

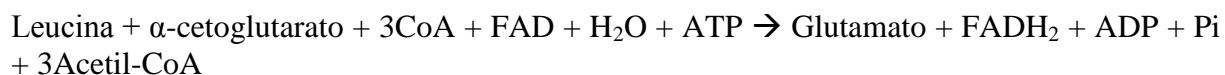
A coleta dos dados ocorreu no âmbito da disciplina Bioquímica: Estrutura e Metabolismo de Biomoléculas em 2009, oferecida aos alunos de bacharelado em Esportes. O teste de desempenho foi resolvido individualmente pelos alunos durante a primeira avaliação que



3. Um animal de laboratório foi submetido a tratamento com aminooxiacetato (inibidor da conversão de aminoácidos a piruvato). Prever as consequências deste tratamento para a manutenção da glicemia ao longo de um período de 24 h.
5. Um atleta exercita um de dois grupos musculares semelhantes, enquanto o outro permanece em repouso. Por exemplo, flexiona apenas o braço esquerdo, mantendo o direito em repouso. Compare o recebimento de oxigênio nos grupos musculares dos dois braços, indicando as razões bioquímicas (pelo menos três) que tornam o recebimento de oxigênio diferente.

### Resolução dos Problemas

Na questão 1 foram analisadas a montagem da equação (Etapa I) e também a interpretação (Etapa II) desta. Na Etapa I os alunos deveriam escrever a seguinte equação:



Pela equação geral, os alunos deveriam verificar se a leucina pode originar glicose. Foram consideradas corretas as respostas dos estudantes que declararam que a leucina não é capaz de originar glicose, com a justificativa de que os carbonos deste composto, presentes na acetil-CoA, são oxidados ou integram a cadeia carbônica de ácidos graxos.

Para o problema 3, foram consideradas corretas as respostas dos alunos que indicaram a morte do animal, justificando a insuficiência do glicogênio para a manutenção da glicemia e a impossibilidade de gliconeogênese pela inibição provocada pelo aminooxiacetato.

Para o problema 5 esperava-se que os alunos respondessem que o braço em movimento recebe mais  $\text{O}_2$ , porque o exercício leva ao aumento da temperatura e do fluxo sanguíneo local; há maior liberação de  $\text{CO}_2$ , abaixamento do pH e, conseqüentemente diminuição da afinidade da hemoglobina pelo oxigênio.

### Resultados e Discussão

O dendrograma obtido a partir da HCA para a matriz de dados  $\mathbf{X}$  (97x7) está representado na Figura 1. Os ramos do dendrograma indicam cinco grupos de alunos com 63,3% (0,633) de similaridade entre eles.

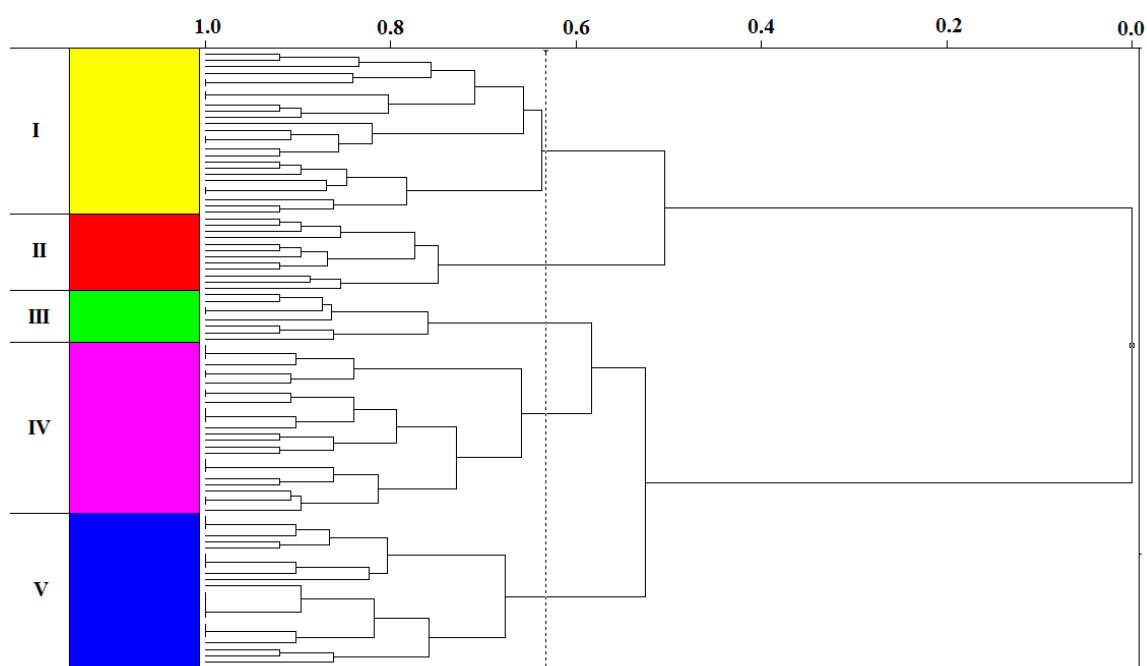


Figura 1: Dendograma obtido a partir de HCA utilizando uma matriz de dados X (97x7): método Ward/Incremental e a distância Euclidiana. A linha tracejada indica em 63,3% de similaridade dos alunos.

A matriz de dados foi reorganizada de acordo com os grupos obtidos pela Figura 1, permitindo o cálculo dos valores médios para cada questão da prova no intuito de diferenciar o desempenho dos alunos (Tabela 1).

Problemas	Grupo I (n=26)	Grupo II (n=12)	Grupo III (n=8)	Grupo IV (n=27)	Grupo V (n=24)
Problema 1 - Etapa I	0,4 (0,5)	0,5 (0,5)	2,0 (0,3)	2,0 (0,3)	2,0 (0,2)
Problema 1 - Etapa II	1,7 (0,5)	0,5 (0,5)	1,0 (0,5)	2,0 (0,4)	1,0 (0,3)
Problema 2	1,1 (0,5)	0,5 (0,5)	2,0 (0,4)	2,0 (0,2)	2,0 (0,4)
Problema 3	1,5 (0,7)	1,0 (0,4)	0,0 (0,5)	2,0 (0,5)	2,0 (0,4)
Problema 4	0,9 (0,6)	0,0 (0,4)	1,5 (0,3)	2,0 (0,5)	1,2 (0,5)
Problema 5	1,4 (0,4)	1,2 (0,5)	1,0 (0,2)	1,7 (0,4)	1,8 (0,4)
Problema 6	1,5 (0,5)	2,0 (0,4)	1,0 (0,5)	2,0 (0,5)	2,0 (0,2)
Desempenho	Moderado	Baixo	Moderado	Muito alto	Alto

Tabela 1: Média, desvio padrão das respostas dos alunos frente no teste de desempenho a partir dos grupos formados pela HCA.

Os alunos do grupo I tiveram desempenho *moderado* na resolução dos problemas. Este grupo corresponde a 26,8% do total. Quando comparado aos demais grupos, observa-se que estes estudantes apresentaram menor desempenho para a Etapa I do problema 1, ou seja, na

montagem da equação. Ainda assim, apresentaram bom desempenho para a Etapa II deste problema ( $1,7 \pm 0,5$ ), bem como para os problemas 3 ( $1,5 \pm 0,7$ ), 5 ( $1,4 \pm 0,4$ ) e 6 ( $1,5 \pm 0,5$ ).

O grupo II apresentou *baixo* desempenho. Os estudantes deste grupo correspondem a apenas 12,8% do total. Dos cinco grupos obtidos pela HCA, este foi o que apresentou o menor desempenho para o problema 4 ( $0,0 \pm 0,4$ ), indicando que boa parte destes alunos não responderam este item. Porém, apesar disso, este grupo apresentou valor máximo para o problema 6 ( $2,0 \pm 0,4$ ).

Os alunos do grupo III, menor grupo formado pela HCA com 8,2% do total, apresentaram desempenho *moderado*. Este grupo obteve valores acima de 1,0 apenas nos problemas 1 Etapa I ( $2,0 \pm 0,3$ ), 2 ( $2,0 \pm 0,4$ ) e 4 ( $1,5 \pm 0,3$ ); nos demais problemas os valores foram iguais a 1,0 (alto índice de erro) e 0,0 (problema não foi resolvido).

Os grupos IV e V foram aqueles que apresentaram os valores de desempenho mais altos, sendo que o grupo IV corresponde a 27,8% e o grupo V a 24,7% do total de alunos. O grupo IV apresentou valores médios maiores ou iguais a 1,7, enquanto que os alunos do grupo V apresentaram dois valores médios moderados (problema 1 - etapa II e problema 4). Assim, é possível classificar o grupo IV pelo desempenho *muito alto* e grupo V pelo desempenho *alto*.

A análise conjunta dos cinco grupos formados pela HCA permite inferir que mais de 50% dos alunos (grupos IV e V) conseguiram resolver os problemas e, além disso, os alunos com desempenho moderado correspondem a 35% do total (grupos I e III). Por fim, os estudantes que tiveram mais dificuldade para resolver os problemas correspondem a apenas 12% (grupo II). O esforço cognitivo exigido dos alunos na disciplina QBQ0215 - Bioquímica: Estrutura de Biomoléculas e Metabolismo é muito maior do que em avaliações de outras disciplinas que exigem apenas memorização de informações. Isso porque os problemas apresentam alta ordem cognitiva. Portanto, mais relevante do que o desempenho dos alunos é garantir que esse não seja baseado no desempenho deles para memorizar informações, mas para resolver problemas. Esses resultados evidenciam o impacto positivo expressivo do ambiente de aprendizagem ativa para o desempenho dos alunos na resolução de problemas, através do PE e GD que permitiram que os estudantes se envolvessem em uma troca ativa de experiências

## Considerações Finais

O uso de métodos ativos permite que os estudantes participem ativamente do processo de ensino aprendizagem. Neste estudo investigou-se o desempenho dos alunos no ambiente de aprendizagem da disciplina Bioquímica: Estrutura e Metabolismo de Biomoléculas para resolver problemas sobre metabolismo e hemoglobina. Foram apresentadas evidências sobre os efeitos do ambiente de aprendizagem ativa para o desenvolvimento de habilidades dos alunos para resolver problemas de Bioquímica. Novas pesquisas devem ser realizadas para investigar o desempenho dos estudantes para resolução de problemas em diferentes áreas das Ciências e nos diferentes níveis de escolaridade. Por fim, essa investigação contribui para o desenvolvimento de métodos de ensino que permitam o desenvolvimento do papel ativo e autônomo dos alunos.

## Agradecimentos

G.S.A. agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 830589/1999-6, pela bolsa de mestrado. C.A.T.C. agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2013/25868-3, pela

bolsa de doutorado. E.M. agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), processo nº 2238/2010, pela bolsa de Pós-Doutorado do projeto de Pró-Ensino na Saúde.

## Referências

ILARI, A; SAVINO, C. Protein Structure Determination by X-Ray Crystallography. *Methods in Molecular Biology*, v. 452, p. 63 – 87, 2008.

JONES, L. **The student-centered classroom**. Nova York: Cambridge University Press, 2007.

KNIGHT, J. K.; WOOD, W. B. Teaching more by lecturing less. **Cell Biology Education**, v.4, n.4, p.298-310, 2005.

MONTEIRO, L. P.; SMOLE, K. S. Um caminho para atender às diferenças na escola. **Educação e Pesquisa**, v.36, n.1, p.357-371, 2010.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais**. São Paulo: Edusp, 2004.

POWELL, K. Science education: spare me the lecture. **Nature**, v.425, n. 6955, p.234-236, 2003.

SMITH, M. K.; WOOD, W. B.; ADAMS, W. K.; WIEMAN, C.; KNIGHT, J. K.; GUILD, N.; SU, T. T. Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. **Science**, v.323, n.5910, p.122-124, 2009.

VYGOSTKY, L. S. **Mind in society: the development of higher psychological processes**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

WATSON, J. D.; CRICK, F. C. Molecular structure of nucleic acids. *Nature*, v. 171, p. 737 – 738, Abril, 1953.

WILKE, R. R. The effect of active learning on student characteristics in a human physiology course for nonmajors. **Advances in Physiology Education**, v.27, n.4, p.207-223, 2003.

WOOD, E. J. Biochemistry and molecular biology teaching over the past 50 years. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, v. 2, n. 3, p. 217-221, 2001.

ZOLLER, U. Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS: Unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**, v.70, n. 3, p.195-197, 1993.