



## REPRESENTAÇÕES NÃO LINGUÍSTICAS E JOGOS COOPERATIVOS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA BIOLOGIA CELULAR

*Non-linguistic representations and cooperative games as a teaching and learning strategy of Cell Biology*

**Gabriel Mathias Carneiro Leão** [gabriel.leao@ifpr.edu.br]  
*Campus Curitiba  
Instituto Federal do Paraná  
Rua João Negrão, 1285, Curitiba, Paraná, Brasil*

**André Andrian Padial** [aapadial@ufpr.br]  
*Departamento de Botânica  
Universidade Federal do Paraná  
Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Curitiba, Paraná, Brasil*

**Marco Antonio Ferreira Randi** [mafrandi@ufpr.br]  
*Departamento de Biologia Celular  
Universidade Federal do Paraná  
Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Curitiba, Paraná, Brasil*

### Resumo

Enquanto as aulas expositivas têm assegurado seu lugar de destaque nas práticas docentes, metodologias diferenciadas são utilizadas de maneira tímida em sala de aula. Representações não linguísticas e jogos cooperativos são alternativas que podem promover o protagonismo e a participação ativa dos estudantes, facilitando o processo de ensino e aprendizagem. Para avaliar o potencial didático dessas estratégias, aulas de Biologia Celular foram desenvolvidas com estudantes do 1º ano do ensino médio em escolas públicas no Paraná. As turmas foram organizadas em grupos que participaram de aulas expositivas, onde os professores utilizaram a exposição oral ilustrada como metodologia de ensino; representações não linguísticas (RNL), que envolveu a construção de modelo tridimensional e a confecção de um cartaz bidimensional; ou aprendizagem cooperativa, realizada através de aventuras de *Role-Playing Game* (RPG). Os estudantes foram avaliados antes das aulas, e em curto e médio prazos posterior às aulas. Nas avaliações por questões e por mapas conceituais, os melhores resultados foram alcançados pelos estudantes que participaram dos grupos das RNL e RPG, indicando um aprendizado mais efetivo e significativo. Além dos resultados positivos em relação à performance em curto e em médio prazo, as metodologias diferenciadas tiveram boa aceitação por parte dos estudantes e professores.

**Palavras-Chave:** Estratégias de ensino e aprendizagem; Aulas expositivas; Jogos cooperativos; Representações não linguísticas; Ensino da Biologia Celular.

### Abstract

Lectures have indeed been established as a prominent role in teaching practices. However, differentiated methodologies are being used in a reluctant way in the classroom. Non-linguistic representations and cooperative games are alternatives that can promote involvement and active participation of the students, facilitating the teaching/learning process. In order to evaluate the teaching potential of these strategies, lessons on Cell Biology were developed to students of the 1st year of high school of public schools in the state of Paraná, Brazil. Classes were organized in groups that participated in: a) lectures, in which the teachers used illustrated oral exposure as the selected teaching methodology, b) non-linguistic representations (NLR), which involved the construction of a three-dimensional model and the making of a

two-dimensional poster or c) co-operative learning, carried out through adventures of Role-Playing Game (RPG). The students were evaluated before classes, and in a short and medium-term period after the classes. The evaluations were conducted through questions and conceptual maps, with the best results being achieved by students who participated in the NLR and RPG groups, which indicates a more effective and meaningful learning. In addition to the positive results, the differentiated methodologies were well accepted by students and teachers.

**Keywords:** Teaching and learning methodologies; Lectures; Collaborative games; Non-linguistic representations; Cell biology education.

## **INTRODUÇÃO**

Em pleno século XXI, embora diversas metodologias educacionais tenham sido desenvolvidas e estejam disponíveis a professores e estudantes, as antigas continuam fortemente presentes. As abordagens tradicional e tecnicista do processo de ensino e aprendizagem são práticas educacionais que persistiram ao longo do tempo. A exposição verbal, uma estratégia de ensino expressa e conhecida pela aula expositiva, tem origens antigas e foi um dos suportes da velha pedagogia tradicional. Na educação brasileira sua utilização como meio de transmissão de conhecimentos na sala de aula aparece desde o plano pedagógico dos jesuítas, considerado como o marco inicial do ideário pedagógico nacional (Veiga et al., 2011, 2012). Privilegiam-se os modelos e o especialista, elemento imprescindível na transmissão de conteúdo e a disciplina imposta é o meio mais eficaz para assegurar a atenção e o silêncio (Luckesi, 2011). Mesmo considerando a incorporação de tecnologias educativas contemporâneas, como o Datashow, a exposição oral da matéria ou a demonstração de procedimentos deixa pouco espaço para a participação dos estudantes, já que a exposição e a análise são feitas pelo professor (Freeman et al., 2014).

Marzano et al. (2008) afirmam com segurança que a exposição oral é a estratégia de ensino que mais recebe atenção entre os professores. Hande e Hande (2009) fizeram constatação semelhante, ainda que, segundo os autores, a taxa de retenção de informação dessa estratégia seja de apenas 5% por um período de 24 horas, comparado com abordagens alternativas como a demonstração (30%), a discussão em grupos (50%), as atividades práticas (75%) e aprendizagem em pares (90%). Além disso, estudantes parecem não gostar das aulas expositivas, preferindo as aulas interativas, colaborativas ou autodirigidas. Mais recentemente, Confortin e Caimi (2017) também constataram o privilégio dos métodos expositivos e da repetição de exercícios e atividades teóricas, enquanto abordagens diferenciadas são utilizadas apenas como ferramentas complementares.

Na perspectiva das novas exigências do século XXI, o professor deveria atuar estimulando, incentivando e elaborando atividades que desafiem a tomada de decisão do estudante, que passa a ser produtor de conhecimento, e não apenas mero reproduzidor. O professor deve adequar suas metodologias para que o aprendizado seja atingido em um clima de colaboração e respeito, prestando atenção nas diferenças individuais e nas necessidades de cada estudante em particular (Lira, 2016).

O privilégio tão acentuado das aulas expositivas poderia estar relacionado à desconfiança em relação à eficiência de outras estratégias de ensino, ou ao próprio desconhecimento de alternativas à exposição oral. Mesmo considerando que as instituições de ensino são extremamente resistentes a mudanças, os professores podem ser influenciados (ou limitados) pelo contexto institucional, social e cultural em que atuam, fazendo escolhas confiando em sua própria experiência profissional e resultados empíricos obtidos (Brandão, 2003). Os professores podem escolher determinadas metodologias por acreditarem em uma determinada visão pedagógica ou científica, já que não há neutralidade no fazer pedagógico (Freire, 2006). Contudo, as escolhas também podem ser simplesmente resultantes de um processo inconsciente de repetição dos métodos utilizados anteriormente (Libâneo, 2013; Tondeur et al, 2008). Apresentar evidências da eficiência de estratégias de ensino diferenciadas pode auxiliar professores a fazerem escolhas conscientes, e não simplesmente decorrentes do reproduzitivismo.

### **Por que tão tradicional?**

As Ciências possuem características próprias em sua linguagem. São conteúdos carregados de novas palavras e conceitos, que muitas vezes não fazem parte do vocabulário ou do cotidiano dos estudantes. Integrante da Biologia, a Biologia Celular explora os inúmeros processos que ocorrem no interior de uma célula, abordando diversos aspectos microscópicos e submicroscópicos da vida, como organelas e microambientes químicos, moléculas e macromoléculas, ligações químicas e energia. Os conceitos abstratos podem ser de difícil compreensão para estudantes do ensino médio, quando tais

conteúdos muitas vezes estão sendo apresentados pela primeira vez, e parecem estar entre as principais dificuldades desse processo de ensino e aprendizagem (Carlan et al., 2014).

Promover o envolvimento do estudante para garantir sua participação nas atividades em sala e desfazer a ideia de que a Biologia Celular é simplesmente uma coleção de informações a serem memorizadas é um grande desafio para os professores. Mesmo com aulas repletas de materiais em multimídia, como filmes e animações, os estudantes podem encontrar dificuldades para compreenderem os temas abordados (Randi, 2011).

### **Diversificar? Por que não?**

Apesar do entusiasmo inicial suscitado pela escola tradicional, sucedeu uma crescente decepção, pois a escola não conseguiu realizar seu objetivo de universalização (nem todos nela ingressavam e os que ingressavam nem sempre eram bem-sucedidos) e nem todos os bem-sucedidos se ajustavam ao tipo de sociedade que se queria consolidar. Nesse sentido, diversos movimentos foram organizados na tentativa de propor alternativas ao modelo tradicional, com propostas concretas e antagônicas ao ensino tradicional (Saviani, 1991). Atualmente, um dos maiores desafios pedagógicos atuais continua sendo romper com o modelo tradicional e resgatar o estímulo e o interesse dos estudantes por aprender (Tang, 2017; Tanner & Allen, 2004).

A sala de aula é um ambiente complexo onde estão presentes, simultaneamente, múltiplas variáveis que podem interferir no processo educativo. É preciso levar em consideração, por exemplo, a infraestrutura escolar, as políticas educativas e documentos legais norteadores, o processo de formação de professores e a diversidade dos estudantes. Frente aos desafios e à complexidade da ação docente, é compreensível uma visão pessimista sobre o futuro da educação ou um comportamento de apatia, conformismo ou impotência (Demo, 2005). Contudo, pequenas ações podem ter resultados significativos no microambiente de atuação do professor. Nesse sentido e dentro desse universo de preocupações, as estratégias de ensino, elementos constituintes do processo pedagógico, merecem um olhar cuidadoso.

### **Diferentes estratégias para diferentes objetivos**

As estratégias de ensino são elementos artificiais que se interpõem na relação entre professor e estudante. Aqui, artificial não tem conotação negativa, e sim que sua escolha deve ser intencional, de acordo com os objetivos que se pretende atingir, as características dos sujeitos envolvidos e as habilidades que se pretende desenvolver ou valorizar. Considerando que toda estratégia de ensino é envolvida por determinados ideais educativos, o que se pretende, de fato, é melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Não é a estratégia que define o ideal educativo, mas o contrário. Embora não sejam elementos suficientes ao processo de ensino e aprendizagem, as estratégias têm seu lugar como condição necessária e indispensável, uma vez que favorecem o processo pedagógico (Depresbiteres & Tavares, 2009; Veiga et al., 2013). Dessa forma, é preciso selecionar conteúdos e escolher metodologias coerentes com as intenções educativas. Um bom professor não deve se recusar a examinar, a inovar, a arriscar e a experimentar novas propostas, pois o seu compromisso deve ser com a qualidade da aprendizagem (Beijaard, Verloop & Vermunt, 2000; Bossolan, da Silva & Beltramini, 2010).

Laburú et al. (2003) defendem o pluralismo metodológico para o ensino de Ciências, considerando as diversas questões que se apresentam em uma sala de aula. Não é interessante amarrar uma única prática metodológica em sala de aula, já que toda metodologia tem suas limitações. Para Veselinovska et al. (2011), o sucesso do aprendizado em ciências está intimamente relacionado aos métodos utilizados por professores e estudantes. Cada vez mais, os docentes têm que dispor e saber usar metodologias que atraiam a atenção dos estudantes e que, ao mesmo tempo, facilitem e tornem efetivo o processo de ensino aprendizagem.

### **Metodologias ativas**

Metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem (Bacich & Moran, 2018).

Embora as aulas expositivas possam ser efetivas na transmissão de um grande volume de informações a uma grande quantidade de estudantes, essa via de mão única geralmente promove um aprendizado passivo e superficial. A exposição oral pode conferir sensação de segurança e de dever cumprido ao professor, já que a responsabilidade em relação à apropriação dos conteúdos é transferida aos estudantes, mas falha em promover a motivação, a confiança e o entusiasmo. Por outro lado, a

aprendizagem realizada por meio do questionamento e da experimentação gera uma compreensão mais ampla e profunda dos conteúdos (Armbruster et al., 2009). Muitas pesquisas têm demonstrado que estratégias de aprendizagem ativa são mais efetivas do que as aulas expositivas tradicionais em promover a aprendizagem e a retenção de conteúdos em ciências (Freeman et al., 2014; Tharayil et al., 2018).

A aprendizagem ativa ocorre quando o professor deixa de ser o transmissor unidirecional de conteúdos e assume o papel de mediador. Os estudantes se debruçam sobre uma pergunta ou uma tarefa, elaborada de forma a conduzir à compreensão de determinados conteúdos. Através do debate e da formulação de hipóteses, orientados pelo professor, os estudantes aprendem o que lhes faz sentido, construindo seu conhecimento (Tharayil et al., 2018).

Nesse sentido, Marzano et al. (2008) analisaram estratégias de ensino que poderiam ser usadas por professores em sala de aula no sentido de melhorar o desempenho dos estudantes. Dentre as estratégias que obtiveram melhor desempenho estão as representações não linguísticas e a aprendizagem cooperativa.

### *Representações não linguísticas*

As representações não linguísticas são formas alternativas ao texto e à fala e estão diretamente relacionadas com a criatividade e a imaginação. Enquanto o modo linguístico tem natureza essencialmente semântica, as representações gráficas, que Marzano et al. (2008) denominam de modo imaginário, são expressas como imagens mentais que podem envolver até mesmo sensações físicas, como olfato, paladar, tato, associações cinestésicas e som. As atividades com representações não linguísticas envolvem a percepção, a compreensão, a criatividade e o desenvolvimento do senso crítico. Durante o processo de criação, o estudante transforma em concreto o que antes era abstrato, favorecendo a articulação entre teoria e prática e a construção de relações significativas. A geração de imagens mentais e a criação de representações gráficas podem ser aliadas poderosas quando acompanham uma informação.

Ainda, Marzano et al. (2008) indicam diversas atividades relacionadas às representações não linguísticas, como a criação de representações gráficas, a confecção de modelos físicos, a geração de imagens mentais, a elaboração de desenhos e pictogramas e o envolvimento em atividades cinestésicas. Para LeClair (2003), as representações não linguísticas são mecanismos capazes de transmitir efetivamente a complexidade espacial de formas naturais.

Para Frankel (2004), a expressão visual na pesquisa é uma via poderosa de comunicação na ciência e precisa ganhar o respeito que merece. Historicamente, modelos representativos têm desempenhado um papel importante nas descobertas científicas, onde o jogo de imagens visuais geralmente nasce de um enunciado conceitual extraído do discurso científico (Ferreira et al., 2013). Na Biologia Celular, a necessidade da formação de representações não linguísticas é particularmente importante, tendo em vista as especificidades da matéria, permitindo compreender fenômenos e analisar estruturas que não poderiam ser visualizados com facilidade (Martini, 2015; Veselinovska et al., 2011).

### *Aprendizagem cooperativa*

A aprendizagem cooperativa pode ser uma alternativa ao método expositivo por simples transmissão de conteúdos. Estimular a cooperação em sala de aula não é apenas uma proposta para a aprendizagem, mas também para a formação cidadã e para o mundo do trabalho. Uma sociedade onde todos cooperam tende a produzir um futuro melhor que uma sociedade baseada na competição (Randi, 2011). A aprendizagem cooperativa pode facilitar o trabalho do professor em turmas heterogêneas, permitindo o reconhecimento das habilidades individuais. Além disso, a cooperação gera uma interdependência positiva, aumentando a responsabilidade individual e de grupo e desenvolvendo habilidades importantes como comunicação, confiança, liderança, tomada de decisão e resolução de conflitos (Marzano et al., 2008). O trabalho cooperativo tem o forte componente da inclusão, pois podem existir situações em que o outro é necessário para o sucesso do empreendimento. A cooperação pode levar a um maior envolvimento dos participantes, enquanto a competição gera excluídos e perdedores. Enquanto a competição normalmente gera tensão e desgaste nas relações interpessoais, a cooperação gera descontração e harmonia.

Dentro da proposta de cooperação, os jogos didáticos foram incorporados como tecnologias educativas quando seu potencial em mediar os processos de ensino e aprendizagem foi reconhecido (Randi, 2011). Diversos estudos demonstraram o aumento do rendimento dos estudantes quando trabalham cooperativamente em sala de aula (Hijzen, Boekaerts & Vedder, 2007; Pavão, 2000; Rodrigues, 2004).

Naturalmente, o jogo já é um instrumento de ensino e de aprendizagem. Animais e seres humanos se utilizam de diversos jogos e brincadeiras durante seu desenvolvimento e convívio social para aprenderem (Huizinga, 2005).

Jogos cooperativos de representação, como o Role-Playing Game (RPG), podem ser desenvolvidos e adaptados aos conteúdos da disciplina, possibilitando abordagens interativas e diferenciadas. São formas de aprimorar as relações entre professores e estudantes, favorecendo o relacionamento interpessoal ao trabalhar conteúdos de forma descontraída e prazerosa. Os estudantes desenvolvem a ludicidade e a criatividade em um ambiente agradável e motivador, sendo estimulados a participar espontaneamente das atividades (Gygax & Arneson, 1974; Randi, 2011). Professores de diversas áreas têm se apropriado do RPG como instrumento educativo, à medida que as narrativas são adaptadas às necessidades da matéria ou conteúdos que se pretende trabalhar (Pavão, 2000; Randi, 2011; Rodrigues, 2004).

### **Alguns questionamentos**

A aula expositiva se contrapõe a diversas estratégias de ensino mais modernas e ao próprio perfil e interesses dos estudantes. Assim, é válido questionar se essa atividade ainda poderia ser considerada a única estratégia de ensino capaz de produzir uma aprendizagem duradoura por parte dos estudantes. Também é oportuno questionar por que, a despeito de tantas falhas apontadas, a aula expositiva nunca tenha sido relegada na prática pedagógica em nossas escolas. As aulas expositivas realmente são mais efetivas para o ensino e aprendizado do que aulas que empregam diferentes abordagens? Se for possível, de alguma forma, mostrar indicativos que as aulas com diferentes abordagens têm eficiência igual, ou até mesmo superior às aulas expositivas, os professores terão mais segurança em incorporar essas estratégias em suas práticas docentes? Além do fator aprendizado, as diferentes abordagens podem motivar os estudantes e resgatar o interesse pela escola ou, ao menos, pela matéria?

O presente trabalho buscou analisar a possível correlação entre a aprendizagem de temas da Biologia Celular e a utilização de diferentes estratégias pedagógicas, considerando que os estudantes possuem diferentes características e habilidades. O desempenho do aprendizado dos estudantes foi avaliado após a utilização das metodologias da aula expositiva, das representações não linguísticas e da aprendizagem cooperativa.

### **METODOLOGIA**

As aulas foram desenvolvidas em instituições públicas de ensino localizadas em 14 cidades no Estado Paraná, incluindo sua capital. As escolas foram selecionadas por apresentarem realidades diversas, principalmente em relação ao contexto social em que estão inseridas e aos procedimentos de ingresso.

Uma das instituições participantes possui estrutura pluricurricular e multicampus e, atualmente, está presente em 25 cidades do Estado do Paraná, das quais 13 foram incluídas no projeto. Integra a rede federal de educação e se caracteriza por ser uma instituição de ensino básico, técnico e tecnológico, especializada na oferta de educação profissional e tecnológica (Ministério da Educação, 2008). O ingresso nos cursos técnicos ocorre através de processo seletivo, que inclui prova com questões objetivas e redação. De acordo com o Edital do Processo Seletivo 2016, para ingresso nos Cursos Técnicos de Nível Médio, na modalidade presencial, oitenta por cento (80%) das vagas foram destinadas à inclusão, onde os candidatos concorrem dentro das cotas sociais e raciais nas quais se inscreveram (IFPR, 2015).

As outras duas instituições participantes são escolas públicas da rede estadual que ofertam o ensino médio regular. Uma é considerada o maior e mais antigo colégio público do Estado, localizada no centro da cidade de Curitiba. O ingresso é realizado através de processo classificatório que analisa o rendimento nos últimos anos do ensino fundamental, onde as maiores médias nas disciplinas são somadas e utilizadas para a classificação (ACCO, 2016). A outra está localizada em um bairro na periferia da cidade de Curitiba/PR. Não há processo seletivo e o ingresso é realizado através da efetivação de matrícula junto à escola, de acordo com normas estabelecidas pela Secretaria Estadual de Educação (SEED, 2014).

Os estudantes participantes dessa pesquisa pertenciam à faixa etária de 14 a 16 anos, regularmente matriculados no 1º ano letivo do ensino médio. As turmas foram selecionadas de acordo com o universo de atuação dos professores de Biologia participantes. No total, 1224 estudantes de 35 turmas diferentes participaram das atividades (Tabela 1).

**Tabela 1** – Instituições participantes e quantitativo de turmas e estudantes.

Instituição	Turmas	Estudantes	Estratégias de Ensino
Federal	23	905	Aulas expositivas, RNL, RPG
Estadual 1	4	121	Aulas expositivas
Estadual 2	8	198	RNL, RPG

## Temas e grupos

As aulas foram desenvolvidas a partir de dois temas da Biologia Celular: 1) Composição e organização estrutural da membrana plasmática, e 2) Transporte através da membrana plasmática. Os temas foram escolhidos fazer parte dos conteúdos dos principais livros didáticos de Biologia no Ensino Médio e integram o conteúdo programático do plano de ensino de todos os professores de Biologia das escolas participantes (Amabis & Martho, 2010; Catani et al., 2013; Linhares & Gewandszadner, 2014; Lopes & Rosso, 2013; Mendonça, 2013).

As turmas foram organizadas nos seguintes grupos:

*Aulas Expositivas* - Estudantes que participaram de aulas onde os professores utilizaram a exposição oral ilustrada como metodologia de ensino dos conteúdos citados. Os professores foram orientados a conduzir a aula expositiva da forma que usualmente costumam fazer. Dessa forma, ficaram livres para utilizar a aula expositiva dialogada, estimulando de forma mais ativa a participação dos estudantes, ou mais tradicional, onde os estudantes tendem a interagir menos durante a aula.

*Representações Não Linguísticas* - Para o tema Membrana Plasmática, foi elaborado um roteiro para a construção de modelo tridimensional do modelo mosaico-fluido, a partir de materiais escolhidos pelos próprios estudantes. Para o tema Transporte através da membrana, a atividade envolvia a confecção de um cartaz bidimensional. O material entregue aos estudantes continha figuras de componentes envolvidos no transporte, que deveriam ser recortadas e organizadas corretamente.

Em ambas as atividades, conduzidas de acordo com Marzano et al. (2008), os estudantes foram organizados em grupos de 4 (quatro) a 5 (cinco) pessoas para a realização das tarefas. As orientações para o desenvolvimento das atividades estavam detalhadas no próprio material entregue aos estudantes e professores. Essas instruções foram entregues previamente para que fosse possível a organização do grupo em relação aos materiais a serem utilizados.

*Aprendizagem Cooperativa* - As atividades envolveram aventuras de Role-Playing Game (RPG), elaboradas e adaptadas de acordo com os temas propostos. Foram desenvolvidas duas aventuras, uma para o tema Membrana Plasmática e outra para o tema Transporte através da membrana. Também foram criadas fichas de personagens que deveriam ser preenchidas pelos estudantes. As habilidades de cada personagem estavam relacionadas com a resolução dos desafios durante a narrativa. Os estudantes foram organizados em grupos de 4 (quatro) a 5 (cinco), sendo que cada um representava um personagem diferente. O professor ficou responsável pela narração da aventura e apresentação dos desafios direcionados aos grupos, além de orientar grupos e personagens e dirimir eventuais dúvidas durante a aula (Rodrigues, 2004; Marzano et al., 2008; Randi, 2011).

Todas as atividades foram planejadas para terem a duração aproximada de duas aulas de 50 minutos, realizadas de acordo com o cronograma da disciplina apresentado pelos professores. Cada turma teve contato com ambos os temas de Biologia Celular selecionados, e cada metodologia foi conduzida pelo mesmo professor, de acordo com o grupo experimental. Antes do início de cada metodologia, os estudantes foram orientados sobre o funcionamento e a forma de condução da aula, enfatizando-se a participação dos estudantes, a necessidade de se estudar previamente os conteúdos e os mecanismos de avaliação que seriam utilizados.

## Avaliação dos estudantes

Para analisar os efeitos de cada metodologia sobre a aprendizagem e consolidação dos conteúdos, os estudantes foram avaliados em três momentos: Fase I: anterior às aulas; Fase II: em curto prazo posterior às aulas, e Fase III: em médio prazo posterior às aulas. As avaliações foram realizadas através da realização de questões objetivas e discursivas, e mapas conceituais.

A prova com as questões objetivas e discursivas continha 8 (oito) questões objetivas, onde a alternativa correta deveria ser assinalada, e 2 (duas) questões abertas. Cada questão possuía valor de 1,0 ponto, sendo que o valor máximo da prova era 10,0. As questões foram extraídas de testes vestibulares disponibilizados em páginas eletrônicas. Essa prova também continha 2 (duas) questões objetivas de Biologia Celular que não estavam relacionadas aos assuntos trabalhados em sala. Essas questões foram chamadas de questões de balizamento, cujo objetivo era verificar se a performance dos estudantes poderia ser resultado de eventos aleatórios, simulando um desempenho positivo, ou se de fato o aprendizado ocorreu. Para garantir a confiabilidade e a validade do questionário, após a definição do domínio de construção e elaboração ou adaptação dos itens do questionário, o conteúdo foi avaliado e corrigido por especialistas em Biologia Celular (Hoss & ten Caten, 2010).

Os mapas conceituais foram planejados conforme Novak (2003). Seguindo as orientações presentes no material e as explicações prévias sobre o processo de elaboração, os estudantes elaboraram um mapa conceitual sobre os temas membrana plasmática e transporte através da membrana. Os mapas foram avaliados a partir de critérios preestabelecidos, presentes no material apresentado aos estudantes, e não havia valor máximo para essa avaliação.

### **Performance**

Os resultados alcançados nas atividades avaliativas foram utilizados para o cálculo da performance dos estudantes, considerando que um melhor resultado nas avaliações está relacionado com o aprendizado e consolidação dos conteúdos trabalhados durante as aulas, de acordo com as estratégias de ensino utilizadas em cada grupo. A performance de curto prazo foi calculada através da subtração simples entre os resultados obtidos nas avaliações das Fases I e II. A performance de médio prazo foi calculada através da subtração simples entre os resultados obtidos nas avaliações das Fases I e III, para avaliar o aprendizado e a retenção dos conteúdos após um espaço de tempo maior.

### **Questionário: estudantes e professores**

Estudantes e professores também responderam a um questionário autoaplicável sobre sua percepção acerca das metodologias utilizadas, de acordo com o grupo experimental. O questionário era composto por questões objetivas de múltipla escolha e foi desenvolvido utilizando-se a ferramenta Formulários do Google Drive<sup>1</sup>. O link de acesso às questões objetivas foi encaminhado, via e-mail, aos professores e estudantes participantes da pesquisa. As categorias de resposta foram 1 – Discordo completamente, 2 – Discordo parcialmente, 3 – Indiferente, 4 – Concordo parcialmente e 5 – Concordo completamente. Os professores também foram estimulados a registrar observações gerais durante ou logo após as aulas para relatar impressões mais abrangentes sobre o desenvolvimento das atividades.

### **Análises estatísticas**

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Statistica (software de análise de dados), versão 10 (StatSoft Inc., 2011). Primeiramente, para avaliar se o desempenho nas questões objetivas foi dependente de eventos aleatórios, um modelo linear foi ajustado entre as notas nas questões de balizamento e nas questões objetivas do conteúdo ministrado. Uma relação forte (alto valor de  $R^2$ ) indicaria efeito de eventos aleatórios, afetando a performance. Também com o intuito de explorar os dados, modelos lineares foram utilizados para avaliar se o desempenho dos estudantes estimado em curto prazo é relacionado com aquele de longo prazo. Para isso dois modelos lineares foram gerados, um para cada tipo de avaliação (questões objetivas e mapa conceitual).

Considerando os objetivos propostos, as performances foram comparadas entre metodologias de ensino utilizando uma Análise de Variância unifatorial (ANOVA one-way). Para isso, as médias das performances considerando apenas questões e o mapa conceitual foram comparadas considerando tanto as performances de curto e médio prazo em análises separadas. Diferenças significativas foram consideradas quando o erro do tipo I foi menor do que 5%. Nesse caso, os intervalos de confiança foram utilizados para comparar as médias, assim como para avaliar se a média de desempenho foi maior do que 0 (o que indicaria se o estudante apresentou aprendizado do conteúdo).

<sup>1</sup> <http://goo.gl/forms/Ptu36WRNHCdyfIRr1>, <http://goo.gl/forms/ziVGqUJTKgqkVls1>, <http://goo.gl/forms/WeBZhZ6FHS4Sdw03>, <https://goo.gl/forms/BbW403A3WijrXWBq2>, <https://goo.gl/forms/lrXKSTXPuXT9dKRG2>, <https://goo.gl/forms/3TXDuVjMqFcwovJ53>.

## Aprovação pelo Comitê de Ética

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em seres Humanos do Hospital das Clínicas, Universidade Federal do Paraná (PB: 1145630, CAAE: 42163015.8.0000.0102). A participação dos professores e estudantes foi voluntária e condicionada à assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

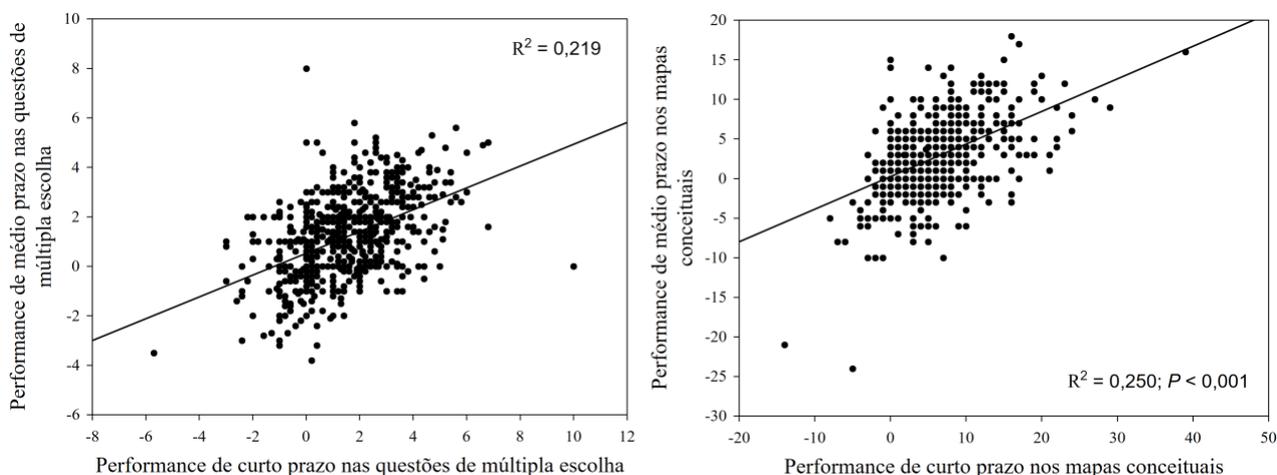
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### O desempenho nas provas com questões de múltipla escolha é decorrente de eventos aleatórios?

As questões de balizamento explicam muito pouco as notas obtidas nas provas com questões de múltipla escolha, tanto no desempenho de curto prazo quanto no de médio prazo. Cabe lembrar que os conteúdos das questões de balizamento não estavam relacionados aos temas das aulas, já que o objetivo era verificar se a escolha aleatória das respostas poderia gerar um resultado que simulasse um desempenho positivo. O coeficiente de determinação  $R^2$  atingiu valores muito próximos de 0 em todas as relações, indicando que os resultados obtidos nas avaliações não são decorrentes da marcação aleatória de alternativas durante a resolução das questões. A porcentagem de explicação de uma regressão linear, obtida pela análise da relação entre balizamento e notas de questões, está mostrada na figura 1 do Material Suplementar. Apesar de fraca, o erro do tipo I foi  $<0,05$  para todas as relações provavelmente devido ao alto número de unidades amostrais na análise.

### Relação entre as performances de diferentes períodos

Os estudantes que alcançaram notas mais altas nas avaliações de curto prazo também alcançaram notas mais elevadas nas avaliações de médio prazo. Assim, o desempenho tendeu a ser uniforme em curto e médio prazo tanto nas questões quanto nos mapas conceituais. A porcentagem de explicação de uma regressão linear, assim como a probabilidade de erro do tipo I estão mostradas nos gráficos da Figura 1.



**Figura 1** – Relação entre performances de diferentes períodos. A porcentagem de explicação de uma regressão linear, assim como a probabilidade de erro do tipo I estão mostradas nos gráficos. À esquerda, a relação entre as performances nas questões de múltipla escolha, em curto e médio prazo. À direita, a relação entre as performances nos mapas conceituais, em curto e médio prazo.

### Relação entre performances e metodologias de ensino

As médias dos desempenhos sempre foram maiores do que 0, considerando a inferência pelos intervalos de confiança. Contudo, houve diferença entre os desempenhos de acordo com a ANOVA, permitindo avaliar cada metodologia de forma individual e comparada.

### **Avaliação: Questões de múltipla escolha**

Na avaliação de curto prazo, a performance dos estudantes que participaram das aulas expositivas foi semelhante à dos que participaram das aulas com jogos cooperativos. Ainda que os estudantes do grupo das RNL tenham obtido resultados inferiores às duas outras metodologias em curto prazo, o desempenho foi positivo, indicando o aprendizado (Figura 2a).

Na avaliação de médio prazo não houve diferença de performance entre os estudantes dos três grupos (Figura 2b). Nota-se, no entanto, a manutenção do desempenho dos estudantes do grupo RNL em relação à avaliação de curto prazo, já que não houve diferença entre os desempenhos dos estudantes nas aulas das RNL em curto e médio prazos.

Houve perda do aprendizado no grupo das aulas expositivas, indicando que a consolidação dos conteúdos pode ser prejudicada quando se assume um papel passivo durante as aulas. Apesar da performance do grupo dos jogos cooperativos também ter diminuído, a perda em médio prazo foi menor no grupo em comparação com as aulas expositivas (Figura 2b).

Nas aulas das RNL, os estudantes ficaram livres para pesquisar os conteúdos dos temas da Biologia Celular e, assim, planejar a construção dos modelos tridimensionais e cartazes. Dessa forma, ao invés de ficarem limitados à exposição do professor, os estudantes elaboraram o conhecimento de acordo com suas fontes de pesquisas, que poderiam ser diferentes de acordo com as escolhas de cada grupo. As questões de múltipla escolha não abrem muito espaço para que o estudante demonstre seu conhecimento, pois trazem enunciados e alternativas fixas, preestabelecidas por quem as elaborou. Nas aulas dos jogos cooperativos, embora também seja uma metodologia ativa, os conceitos estavam organizados de forma mais sistematizada ao longo da narrativa da aventura, o que pode explicar o desempenho semelhante às aulas expositivas nas avaliações por questões de múltipla escolha. É possível que dificuldades na interpretação dos enunciados e das alternativas possam interferir nos resultados obtidos pelos estudantes, já que pode ter ocorrido um desencontro entre os conceitos pesquisados pelos estudantes e o vocabulário utilizado na elaboração da prova. As questões foram adaptadas de testes vestibulares, e não é equivocado supor que estudantes do 1º ano do Ensino Médio possam não ter a maturidade necessária para sua resolução. Contudo, é importante considerar também a presença de duas questões discursivas, cada uma relacionada a um dos temas propostos, onde o estudante teria mais liberdade para expressar seus conhecimentos. Sabendo que o desempenho tem significância e não ocorreu ao acaso, os jogos cooperativos foram tão eficientes quanto as aulas expositivas.

### **Avaliação: Mapas Conceituais**

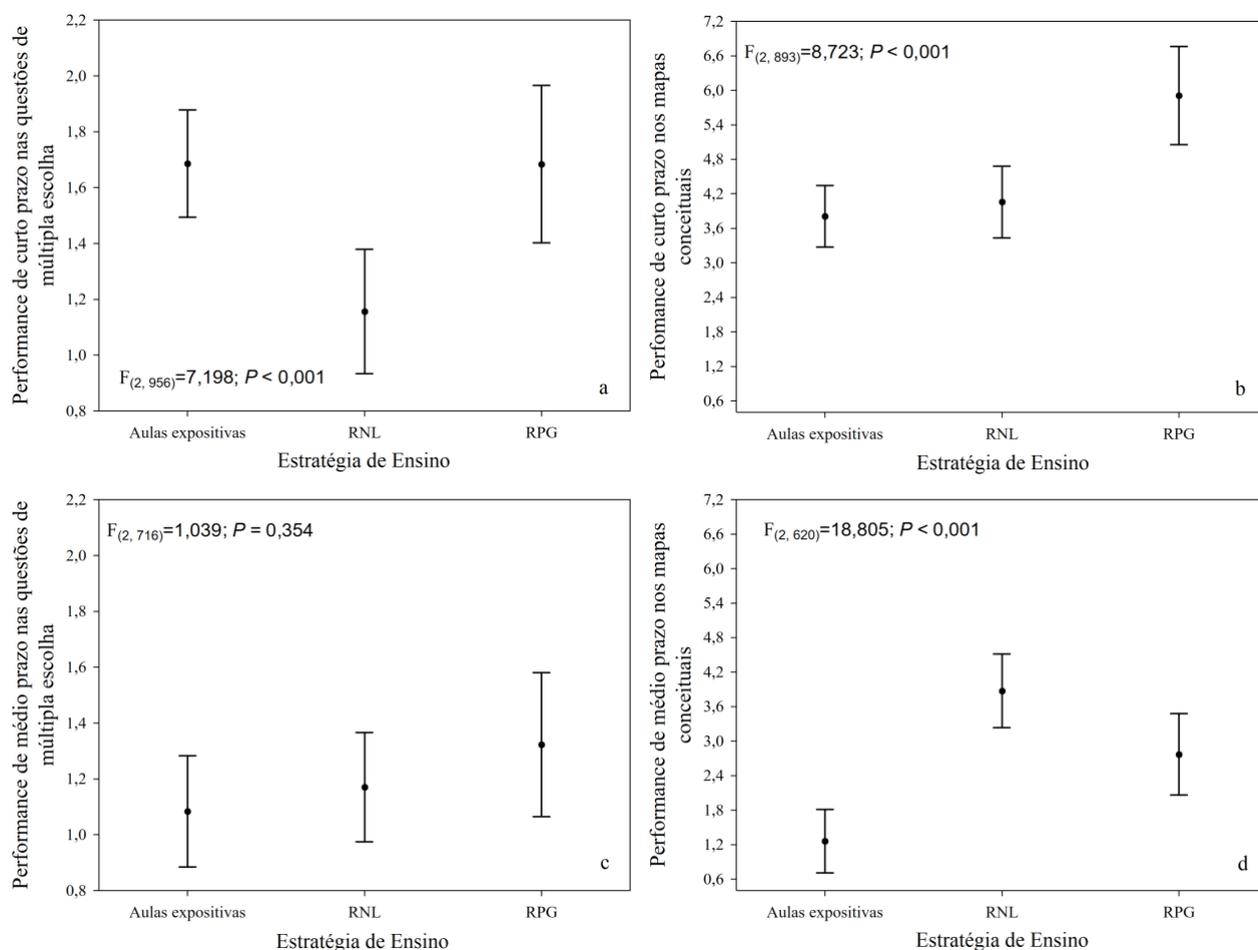
Em curto prazo, estudantes dos grupos aulas expositivas e RNL alcançaram resultados semelhantes na construção de mapas conceituais. Os melhores mapas foram elaborados pelos estudantes do grupo dos jogos cooperativos (Figura 2c).

No caso do RPG, houve grande envolvimento dos estudantes durante a realização da narrativa, pois havia necessidade de se conhecer os atributos do seu próprio personagem (molécula integrante da membrana ou componente envolvido com o transporte), além dos personagens dos outros membros do grupo. Para a resolução dos desafios que se apresentavam durante a narrativa, os estudantes deveriam discutir estratégias de maneira lúdica e criativa, sempre respeitando as regras inerentes à Biologia Celular, de acordo com os conteúdos trabalhados. Essa participação ativa pode estar relacionada ao melhor resultado alcançado em curto prazo, contribuindo para a aquisição e compreensão dos conceitos abstratos.

Na avaliação em médio prazo, estudantes dos grupos RNL e jogos tiveram melhor performance que grupo das aulas expositivas. Apesar do baixo desempenho dos estudantes das aulas expositivas, o resultado foi positivo em todos os casos, indicando que houve aprendizado e consolidação de conteúdos (Figura 2d).

De maneira semelhante ao que ocorreu na avaliação por questões de múltipla escolha, estudantes do grupo aulas expositivas tiveram a maior queda de desempenho em médio prazo, enquanto a performance do grupo das RNL se manteve, indicando que a consolidação do aprendizado aconteceu de forma mais efetiva.

A queda no desempenho também ocorreu no grupo dos jogos, mas, mesmo assim, as notas ficaram acima das aulas expositivas. Estudantes submetidos às metodologias ativas obtiveram resultados superiores aos que foram submetidos às aulas expositivas (Figura 2).

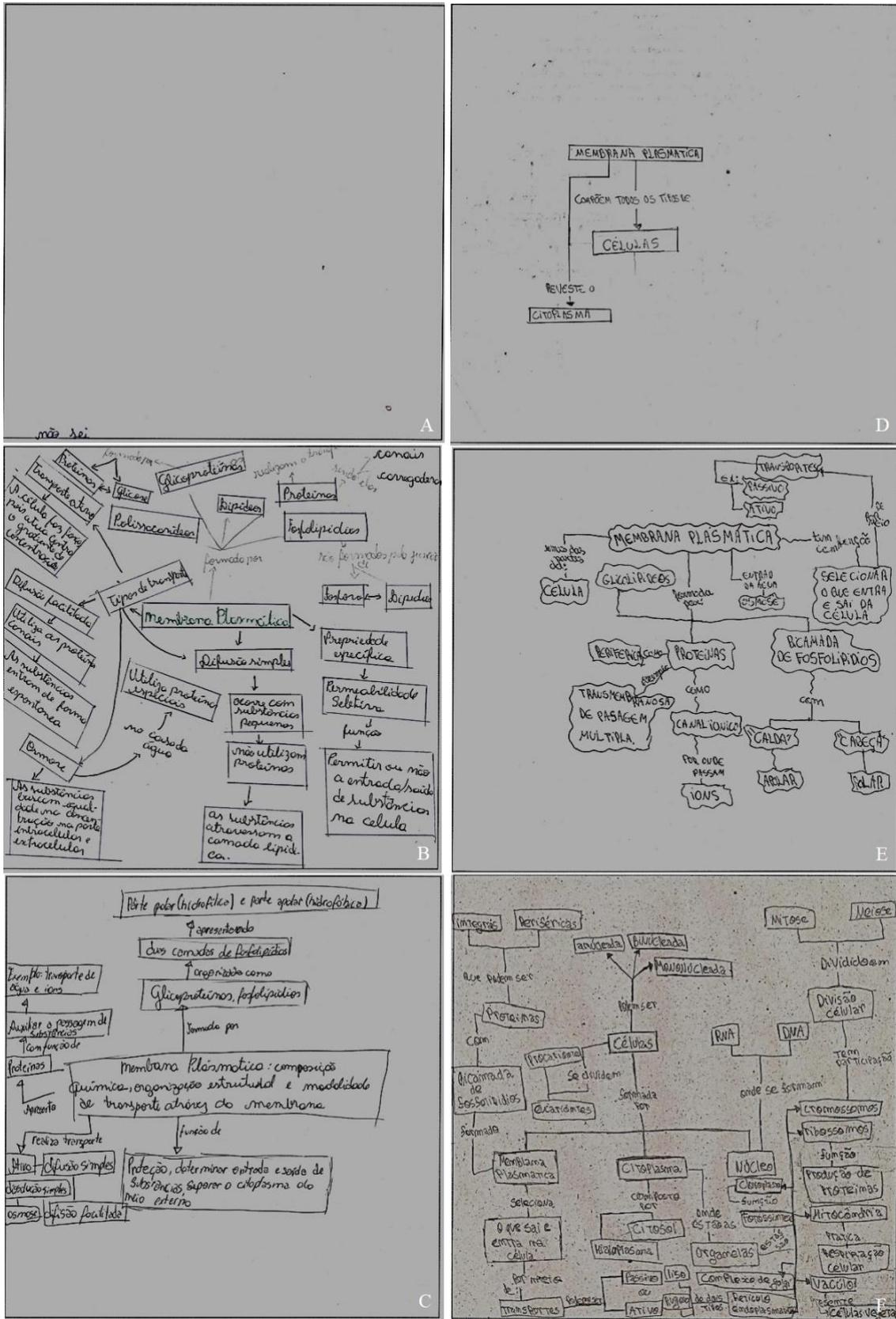


**Figura 2** – Relação entre as performances e as estratégias de ensino, mostradas pela média ( $\pm$  95% Intervalo de confiança). Os resultados de uma Análise de Variância Unifatorial estão mostrados no gráfico. Diferenças entre médias podem ser comparadas se os intervalos de confiança não cruzam as médias (inclusive entre performances de curto e longo prazo para cada metodologia).

### Como avaliar a performance dos estudantes nas metodologias ativas?

Muitos autores defendem a utilização de mapas conceituais como ferramenta de avaliação, além de própria estratégia de ensino em si (Rocha & Spohr, 2016; Yeong, 2013). É interessante ressaltar que na avaliação por mapas conceituais há uma exigência de que o estudante realmente tenha se apropriado do vocabulário, dos conceitos e dos conteúdos específicos da matéria, e que seja capaz de fazer associações coerentes para a elaboração do seu produto. Um mapa conceitual é resultado da construção individual do estudante, de acordo com os conhecimentos consolidados durante o processo de ensino e aprendizagem (Novak, 2003; Randi, 2011).

Avaliar o conhecimento do estudante vai muito além das provas tradicionais, principalmente se considerarmos os testes de múltipla escolha. Embora o foco desse trabalho não tenha sido especificamente a discussão dos instrumentos de avaliação, optamos também por avaliar os estudantes através da análise de mapas conceituais. Um mapa conceitual é a representação da organização de conceitos em determinada área de conhecimento. O mapa representa, na forma de proposições, as relações significativas entre conceitos. A percepção e a compreensão das características que definem um conceito são essenciais para a elaboração de um mapa conceitual. E é justamente essa rede de conceitos que vai sendo formada na mente dos estudantes ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Além da nota obtida através dos critérios preestabelecidos, o estudante torna explícito os conceitos e proposições aprendidas, e o professor pode determinar as etapas para a organização de significados e identificar os conceitos mais relevantes ou os que ainda precisam ser mais desenvolvidos (Depresbiteres & Tavares, 2009; Veiga et al., 2013). A análise dos resultados dos mapas conceituais evidencia o aprendizado, deixando aparente a quantidade de conceitos aprendidos, mesmo seis meses após as atividades. Fotos dos mapas conceituais desenvolvidos pelos estudantes nas fases I, II e III podem ser consultadas na figura 3.



**Figura 3** – Exemplos de mapas conceituais desenvolvidos por dois estudantes (A-C e D-F) nas diferentes fases de avaliação (1 – inicial, 2 – curto prazo, 3 – médio prazo). Os mapas ilustram o aprendizado alcançado em curto prazo, bem como a retenção dos conteúdos e a capacidade de estabelecer relações entre os conceitos em médio prazo.

Além do aprendizado dos conteúdos específicos da matéria em questão, é possível que as metodologias ativas agreguem outros valores aos estudantes, como um aumento da capacidade de se trabalhar em grupo, aumento da criatividade ou outras habilidades socioemocionais. Contudo, para avaliar algo dessa natureza, seria necessário um acompanhamento realizado em longo prazo e de maneira mais próxima aos estudantes. A mudança de postura dos estudantes poderia ser percebida no cotidiano escolar, através da observação atenta dos professores.

### **Por que as metodologias ativas geram melhor performance?**

Os resultados aqui apresentados fortalecem a ideia de que metodologias de aprendizagem ativa promovem um aprendizado mais efetivo e significativo, e evidenciam que a aprendizagem é melhor quando se transfere parte da responsabilidade do processo pedagógico aos estudantes. As informações mecanicamente memorizadas para o momento da prova podem ser facilmente esquecidas posteriormente, já que não há um envolvimento direto dos estudantes com a construção do conhecimento durante as aulas. Se por um lado o esquecimento pode ser maior enquanto figuram passivamente em sala de aula, o conteúdo ganha significado e a consolidação é favorecida se os estudantes assumirem o papel de agentes ativos na construção dos saberes. Um professor mediador pode ser mais efetivo no processo de ensino e aprendizado do que o professor expositivo, verbalista, único detentor do conhecimento (Freeman et al., 2014).

De maneira geral, os resultados corroboram com os de Hande e Hande (2009), que constataram menor taxa de consolidação de conteúdos nas aulas expositivas quando comparadas a abordagens alternativas. Freeman et al. (2014) também indicam que a aprendizagem ativa aumenta a performance de investigação em mais de 50%, enquanto que as aulas expositivas aumentam em 55% as possibilidades de falhas. Os resultados divergem dos argumentos defendidos por Buzbee (2014), que afirma que a sala de aula centrada no quadro negro, uma tecnologia desenvolvida no início do século XIX, continua sendo a melhor forma de ensinar e aprender. Para Beijaard et al. (2000), um ambiente onde predomina a transmissão de conhecimentos não favorece a criatividade e a participação dos estudantes, e também não contribui para que a aprendizagem aconteça de forma significativa.

DeNeve e Heppner (1997) analisaram a efetividade dos jogos de representação como estratégia didática diferenciada em sala de aula em comparação com as aulas tradicionais. Além de recomendar a utilização de metodologias ativas de ensino e aprendizagem, as autoras classificam os jogos de representação como estratégias de ensino promissoras e que podem aumentar o interesse dos estudantes pela matéria. Contudo, são cuidadosas ao não sugerir a total substituição das aulas expositivas por metodologias ativas.

Randi (2011) analisou o uso do RPG com foco no estudante, especificamente como estratégia didática para o ensino da Biologia no ensino superior. O trabalho reforça o potencial do RPG em promover a aprendizagem ativa e o desenvolvimento de habilidades como cooperação e criatividade.

A importância dos modelos visuais na representação de estruturas e eventos celulares é destacada por Iwasa (2010), já que a compreensão dos conteúdos da Biologia Celular é um processo tipicamente embasado em figuras modelo. Para Osório et al. (2013) é importante estimular os estudantes a criar suas próprias representações sobre a célula, na forma de desenhos ou esquemas, o que pode auxiliar na compreensão dos conteúdos que envolvem partículas de dimensões microscópicas ou submicroscópicas. Lord (1990) já defendia que era possível melhorar a aprendizagem em Ciências estimulando a percepção visual-espacial dos estudantes.

Novas estratégias de ensino funcionam melhor apenas por serem novas? Aulas diferentes prendem mais a atenção dos estudantes simplesmente por serem diferentes? Se a resposta para essas duas perguntas for sim, então, nesse caso, a melhor estratégia seria justamente diversificar as estratégias. Veselinovska et al. (2011) não acreditam que exista um único método eficiente para se ensinar Biologia Celular, já que os métodos vão variar de acordo com as características do curso, dos conteúdos e dos estudantes; dessa forma, tal qual Laború et al. (2003) e Bacich & Moran (2018), defendem que diferentes estratégias sejam combinadas. Contudo, aponta para as vantagens da aprendizagem cooperativa que, no presente trabalho, esteve presente não apenas nas aulas de RPG, mas também nas aulas com representações não linguísticas.

## **Questionários online**

Após o desenvolvimento das aulas, alguns estudantes e professores, representando os diferentes grupos dos diferentes colégios, foram convidados aleatoriamente a responder um questionário para avaliar a percepção em relação às metodologias utilizadas. Além dos bons resultados em relação à performance, as aulas foram bem avaliadas por estudantes e professores, mostrando um caminho de possibilidades para a utilização de metodologias ativas em sala de aula.

### *O que dizem os estudantes*

De modo geral, os estudantes avaliaram que as aulas foram adequadas a sua faixa etária e ao seu nível de conhecimento. Durante as atividades, a relação com o professor foi amigável, colaborando para a criação de um clima agradável. Essa percepção predominou nos grupos das RNL e dos jogos, justamente onde há maior interação com o professor. Os estudantes declararam que o professor demonstrou domínio do conteúdo e preocupação com o aprendizado, esclarecendo eventuais dúvidas e auxiliando na superação das dificuldades, mesmo quando ele atuou apenas como mediador. Muitos estudantes apontaram, ainda, que os próprios colegas também auxiliaram no esclarecimento de dúvidas, o que de fato se espera de uma atividade cooperativa.

Metodologias ativas transferem mais responsabilidade aos estudantes, e a maturidade da turma foi indicada como um ponto a ser melhorado. Os estudantes também reconheceram que nem sempre têm facilidade para trabalhar em grupo. De fato, a responsabilidade, a cooperação e o respeito mútuo durante as aulas são habilidades que devem ser desenvolvidas gradativamente.

As aulas de RNL e jogos foram consideradas mais interessantes e motivadoras, permitindo a utilização da criatividade e da imaginação através de atividades variadas. Como afirma DiCarlo (2006), os estudantes precisam se envolver e estarem interessados para que o aprendizado aconteça de forma efetiva. Além disso, os estudantes declararam que as metodologias diferenciadas facilitaram o aprendizado e, após as aulas, consideram que possuem melhor compreensão dos conteúdos trabalhados. Ainda, afirmam que essas metodologias serviram para estimular a ler mais sobre os temas das aulas. Essa percepção corrobora com os resultados das avaliações e da performance em curto e em médio prazo.

Finalmente, os estudantes declararam que gostariam que os seus professores utilizassem as metodologias diferenciadas como estratégia de ensino da Biologia Celular em outros momentos. Os gráficos estão disponíveis na figura 2 do Material Suplementar.

### *Com a palavra, os professores*

Os professores também avaliaram que os objetivos das aulas foram claros e que as aulas estavam adequadas à faixa etária e ao nível dos estudantes.

As aulas utilizando RNL e jogos foram reconhecidamente diferentes das aulas expositivas, permitindo atividades variadas e que os estudantes usassem a criatividade e a imaginação. Alguns professores tiveram a impressão de que as metodologias diferenciadas geraram um clima de competição entre os estudantes, talvez pela necessidade em cumprir os objetivos propostos ou da comparação com os resultados e qualidade dos trabalhos realizados pelos outros grupos. Como visto anteriormente, essa não foi a percepção dos estudantes.

A demonstração de maturidade, responsabilidade e respeito durante as aulas por parte dos estudantes não foi unanimidade na visão dos professores. Contudo, os professores declararam que a participação dos estudantes foi maior do que nas aulas expositivas e, ainda, que eles tiveram iniciativa de buscar informações sobre os conteúdos em fontes diversificadas. Após as aulas, os professores avaliaram que os estudantes entendem sobre a organização estrutural e composição química da membrana plasmática e sobre as principais características e modalidades do transporte através da membrana.

Embora achem importante, os professores reconhecem que não têm facilidade em diversificar metodologias em sala de aula. Contudo, declararam que repetirão essa metodologia em outros momentos. Apesar dos resultados indicarem o melhor desempenho das aulas diferenciadas, ainda há certa desconfiança em relação às aulas diferenciadas, já que os professores indicaram que utilizarão as metodologias diferenciadas como estratégia complementar para o ensino da Biologia Celular em sala de aula, e não como metodologia principal. Os gráficos podem ser consultados na figura 3 do Material

Suplementar. Fotos das atividades realizadas também estão disponíveis na figura 4 do Material Suplementar.

### **É possível conquistar novos professores?**

Sim, é possível conquistar outros professores para trabalhar com metodologias ativas. Um dos fatores que pode contribuir para isso é a apresentação de resultados concretos e significativos acerca do rendimento e aprendizado dos estudantes, ajudando a vencer a desconfiança dos professores mais tradicionais. A metodologia de avaliação, as análises estatísticas e a própria diversidade da amostra utilizadas nesse trabalho reforçam o potencial das metodologias ativas.

Esse aprendizado também foi percebido por professores e pelos próprios estudantes, que reconheceram o quanto foi aprendido de um semestre para outro:

*“E o que eu achei interessante é que quando eles [os estudantes] estavam fazendo os mapas saiu comentários assim: ‘nossa, quanta coisa a gente já aprendeu em biologia’”. (Professor A)*

*“Também fiquei contente...eu achei que nos mapas eles mesmos conseguiram perceber o quanto eles aprenderam do primeiro mapa para o segundo”. (Professor B)*

Além disso, uma postura diferente dos pesquisadores durante o planejamento e realização das atividades envolvendo metodologias ativas também pode contribuir para a mudança das práticas dos professores. Ao invés do próprio pesquisador realizar as atividades individualmente e esperar que os professores tomem conhecimento dos resultados de sua pesquisa apenas através dos meios de divulgação científica, pode ser importante envolver os professores diretamente no desenvolvimento das atividades. Essa foi a estratégia utilizada nesse trabalho. Dessa maneira, vivenciando pessoalmente os desafios e as possibilidades das aulas, os professores podem se sentir encorajados a mudar gradativamente suas práticas em sala de aula. De fato, alguns professores que colaboraram com a realização das aulas em suas próprias turmas, encaminharam, voluntariamente, relatos que revelam o quanto a participação nas atividades foi importante:

*“Obrigada por incluir meu nome. Seu trabalho foi de imensa contribuição para o meu trabalho como professora”. (Professora C)*

*“Quero pedir um favor. Você tem o arquivo com aquelas imagens, dos componentes da membrana, que você enviou impresso? Se tiver, poderia me enviar, por favor? Vou aplicar esse ano novamente”. (Professor D)*

*“Você pode me enviar os fosfolípidios e a molécula 2D que você me enviou na prática? Eu estou com uma ideia para o doutorado”. (Professor E)*

Se existe uma boa ideia de atividade, é possível convidar e envolver outros professores. Em muitos casos, já existe a predisposição para inovar e trabalhar os conteúdos de maneira diferenciada, mas muitos professores não o fazem por falta de ideias concretas.

Nesse trabalho, foi possível constatar a mudança das práticas pedagógicas em alguns docentes que contribuíram com este trabalho. O caso mais emblemático que tivemos conhecimento veio de um campus localizado em uma pequena cidade do interior. Uma das professoras incorporou as atividades das representações não linguísticas em repertório didático. Atualmente, essa professora oferece cursos de formação e atualização pedagógica para professores do município em que atua utilizando a construção de modelos tridimensionais, tornando-se uma multiplicadora das metodologias ativas.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados indicam que a aula expositiva pode não ser a estratégia mais eficiente, que garanta o melhor aprendizado e consolidação de conteúdos, ou que seja a mais adequada ao perfil atual dos estudantes. Como visto, as aulas em que os estudantes fizeram uso de RNL e jogos cooperativos levaram a melhores performances, sendo, portanto, mais efetivas em relação às aulas expositivas.

É importante identificar estratégias metodológicas efetivas com as quais os professores se sintam confortáveis para ensinar e os estudantes possam aprender em um ambiente agradável e descontraído. Para que isso aconteça, os professores devem se apropriar de estratégias flexíveis para o ensino e estarem abertos a novas possibilidades. Variar as estratégias de ensino pode gerar maior envolvimento dos estudantes em sala de aula, o que poderia despertar o maior interesse pelos conteúdos ou pela disciplina.

Jogos cooperativos e representações não linguísticas são estratégias eficientes e que podem ser utilizadas como metodologias principais para o ensino da Biologia Celular. Além do desempenho dos estudantes submetidos a essas metodologias ser igual ou até mesmo superior àqueles que tiveram aulas expositivas, estudantes e professores tiveram a percepção de que as aulas desenvolvidas favoreceram o processo de ensino e aprendizagem.

Apesar das críticas, é preciso ser cuidadoso para não rejeitar voluntariamente o ensino tradicional, ou apenas retocá-lo em pontos específicos. É preciso considerar que o ensino tradicional, isto é, por transmissão de conhecimentos já elaborados, constitui um modelo coerente, muito difundido e que engloba elementos importantes da aprendizagem. Sua transformação exige o conhecimento claro de suas deficiências e, também, a elaboração de um modelo alternativo igualmente coerente e de maior eficácia geral.

Não é intenção deste trabalho sugerir a substituição total das aulas expositivas ou desmerecer o sucesso que elas podem alcançar, ou têm alcançado até o momento. Tampouco descaracterizar o papel do professor em sala de aula, ou diminuir sua responsabilidade no processo de ensino e aprendizagem. Ao destacar a importância dos métodos, não se pretende sugerir que os conteúdos sejam colocados em segundo plano ou que não sejam necessários para uma educação sólida. Também não é objetivo indicar que as metodologias diferenciadas sejam utilizadas em todas as situações, por todos os professores, em todas as turmas. Substituir um conjunto de regras por outro seria também negar a existência da diversidade dos sujeitos e a necessidade de diversificação das metodologias. Todos os modelos e metodologias, tradicionais ou inovadores, têm vantagens e restrições.

## **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro.

## **REFERÊNCIAS**

- Acco, T. (2016). Como ingressar no CEP. Recuperado de <http://www.cep.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=167>
- Amabis, J. M., & Martho, G. R. (2010). *Biologia*. São Paulo, SP: Moderna.
- Armbruster, P., Patel, M., Johnson, E., & Weiss, M. (2009). Active learning and student-centered pedagogy improve student attitudes and performance in introductory biology. *CBE—Life Sciences Education*, 8(3), 203–213. DOI: [10.1187/cbe.09-03-0025](https://doi.org/10.1187/cbe.09-03-0025)
- Bacich, L., & Moran, J. (2018). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre, RS: Penso.
- Beijaard, D., Verloop, N., & Vermunt, J. D. (2000). Teachers' perceptions of professional identity: an exploratory study from a personal knowledge perspective. *Teaching and Teacher Education*, 16(7), 749–764. DOI: [10.1016/S0742-051X\(00\)00023-8](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(00)00023-8)
- Bossolan, N. R. S., da Silva, A. R., & Beltramini, L. M. (2010). Continuing education in structural biology for science teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3145–3149. DOI: [10.1016/j.sbspro.2010.03.479](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.479)
- Brandão, C. R. (2003). *O que é educação*. São Paulo, SP: Editora Brasiliense.
- Buzbee, L. (2014). *Blackboard: A Personal History of the Classroom*. Education. Minneapolis, Minnesota: Gray Wolf Press.

- Carlan, F. de A., Sepel, L. M. N., & Loreto, E. L. S. (2014). Teaching cell biology in primary schools. *Education Research International*, 2014, 1–5. DOI: [10.1155/2014/272475](https://doi.org/10.1155/2014/272475)
- Catani, A., Carvalho, E. G., dos Santos, F. S., Aguilar, J. B. V., & Campos, S. H. de A. (2013). *Ser protagonista: Biologia*. São Paulo, SP: Edições SM.
- Confortin, R., & Caimi, F. E. (2017). Constituição e Mobilização de Saberes Docentes: Perscrutando Práticas de Professores de Biologia no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(1), 157–181. DOI: [10.28976/1984-2686rbpec2017171157](https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017171157).
- Demo, P. (2005). *A educação do futuro e o futuro da educação*. Campinas, SP: Autores Associados.
- DeNeve, K. M., & Heppner, M. J. (1997). Role Play Simulations: The Assessment of an Active Learning Technique and Comparisons with Traditional Lectures. *Innovative Higher Education*, 21(3), 231–246. DOI: [10.1007/BF01243718](https://doi.org/10.1007/BF01243718)
- Depresbiteres, L., & Tavares, M. R. (2009). *Diversificar é preciso...: instrumentos e técnicas de avaliação de aprendizagem*. São Paulo, SP: Editora Senac.
- DiCarlo, S. E. (2006). Cell biology should be taught as science is practised. *Nature Reviews. Molecular Cell Biology*, 7(4), 287–290. DOI: [10.1038/nrm1856](https://doi.org/10.1038/nrm1856).
- Ferreira, L. B. M., Guimarães, Z. F. S., Guimarães, E. M., & Franco, L. S. (2013). O papel dos modelos na formação de licenciandos em ciências biológicas: uma investigação do tipo professor-pesquisador. In *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 1, 1–12. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p853.pdf>
- Frankel, F. (2004). The power of the “pretty picture”. *Nature Materials*, 3(7), 417–419. DOI: [10.1038/nmat1166](https://doi.org/10.1038/nmat1166)
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. DOI: [10.1073/pnas.1319030111](https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111)
- Freire, P. (2006). *A importância do Ato de Ler: três artigos que se completam*. São Paulo, SP: Cortez.
- Gygax, G., & Arneson, D. (1974). *Dungeons & Dragons*. Rio de Janeiro, RJ: Devir.
- Hande, S. & Hande, M. (2009). A handy interactive class for teaching introductory cell biology. *Journal of Effective Teaching*, 9(1), 48–53. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1092200>
- Hijzen, D., Boekaerts, M., & Vedder, P. (2007). Exploring the links between students’ engagement in cooperative learning, their goal preferences and appraisals of instructional conditions in the classroom? *Learning and Instruction*, 17(6), 673–687. DOI: [10.1016/j.learninstruc.2007.09.020](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.020)
- Hoss, M., & ten Caten, C. S. (2010). Processo de Validação Interna de um Questionário em uma Survey Research Sobre ISO 9001:2000. *Produto & Produção*, 11(2), 104–119. DOI: [10.22456/1983-8026.7240](https://doi.org/10.22456/1983-8026.7240)
- Huizinga, J. (2005). *Homo Ludens*. São Paulo, SP: Perspectiva.
- IFPR. (2015). *Edital IFPR nº 21/2015. Processo Seletivo IFPR 2016 para ingresso nos Cursos Técnicos de Nível Médio*. Recuperado de [http://reitoria.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2014/10/Edital\\_21\\_2015\\_MEDIO.pdf](http://reitoria.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2014/10/Edital_21_2015_MEDIO.pdf)
- Iwasa, J. H. (2010). Animating the model figure. *Trends in Cell Biology*, 20(12), 699–704. DOI: [10.1016/j.tcb.2010.08.005](https://doi.org/10.1016/j.tcb.2010.08.005)
- Laburú, C. E., Arruda, S. de M., & Nardi, R. (2003). Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 247–260.

- LeClair, E. E. (2003). Alphasome-Enhancing Spatial Reasoning. *Journal of College Science Teaching*, 33(1), 26–31. Recuperado de <http://www.nsta.org/publications/news/story.aspx?id=48459>
- Libâneo, J. C. (2013). *Didática*. São Paulo, SP: Cortez.
- Linhares, S., & Gewandsztnadger, F. (2014). *Biologia Hoje*. São Paulo, SP: Ática.
- Lira, B. C. (2016). *Práticas pedagógicas para o século XXI: A sociointeração digital e o humanismo ético*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes.
- Lopes, S., & Rosso, S. (2013). *Bio*. São Paulo: Saraiva.
- Lord, T. R. (1990). Enhancing Learning in the Life Sciences through Spatial Perception. *Innovative Higher Education*, 15(1), 5–16. DOI: [10.1007/BF00889733](https://doi.org/10.1007/BF00889733)
- Luckesi, C. C. (2011). *Filosofia da Educação*. São Paulo, SP: Cortez Editora.
- Martini, M. (2015). *El uso de modelos. Para Educar*. Ministério de Educación de la Nación Argentina.
- Marzano, R. J., Pickering, D. J., & Pollock, J. E. (2008). *O ensino que funciona: estratégias baseadas em evidências para melhorar o desempenho dos alunos*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Mendonça, V. L. (2013). *Biologia*. São Paulo, SP: AJS.
- Ministério da Educação. (2008). *Lei nº 11.892 de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências*. Recuperado de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm)
- Novak, J. D. (2003). The promise of new ideas and new technology for improving teaching and learning. *Cell Biology Education*, 2(2), 122–132. DOI: [10.1187/cbe.02-11-0059](https://doi.org/10.1187/cbe.02-11-0059)
- Osório, N. S., Rodrigues, F., Garcia, E. A., & Costa, M. J. (2013). Drawings as snapshots of student cellular anatomy understanding. *Medical Education*, 47(11), 1120–1121. DOI: [10.1111/medu.12320](https://doi.org/10.1111/medu.12320)
- Pavão, A. (2000). *A aventura da Leitura e da Escrita entre Mestres de Roleplayng Game (RPG)*. Rio de Janeiro, RJ: Devir.
- Randi, M. A. F. (2011). *Criação, aplicação e avaliação de aulas com jogos cooperativos do tipo RPG para o ensino de biologia celular* (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Rocha, C. E. dos S., & Spohr, C. B. (2016). O uso de mapas conceituais como instrumento didático para identificar indícios de aprendizagem significativa em diferentes níveis de ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(3), 23–52. DOI: [10.22600/1518-8795.ienci2016v21n3p23](https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n3p23)
- Rodrigues, S. (2004). *Roleplayng Game e a Pedagogia da Imaginação no Brasil*. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil.
- Saviani, D. (1991). *Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política*. São Paulo, SP: Cortez: Autores Associados.
- SEED, S. D. E. D. E. Instrução Conjunta nº 001/2014 - SEED/SUED/-SUDE. (2014). *Orienta a Matrícula nas Instituições de Ensino da Rede Estadual, Escolas de Educação Especial e Escolas Conveniadas para o ano letivo de 2015*. Recuperado de <http://www.educacao.pr.gov.br/arquivos/File/instrucoes2014%20sued%20seed/instrucaoconjunta0012014seedsued.pdf>
- StatSoft Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. Tulsa. Retrieved from [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

- Tang, Y.-Y. (2017). *Brain-Based Learning and Education. Principles and Practice. Brain-Based Learning and Education*. Lubbock, Texas: Academic Press. DOI: [10.1016/B978-0-12-810508-5.00009-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810508-5.00009-2)
- Tanner, K., & Allen, D. (2004). Approaches to Biology Teaching and Learning: Learning Styles and the Problem of Instructional Selection--Engaging All Students in Science Courses. *Cell Biology Education*, 3(4), 197–201. DOI: [10.1187/cbe.04-07-0050](https://doi.org/10.1187/cbe.04-07-0050)
- Tanner, K., Chatman, L. S., & Allen, D. (2003). Approaches to cell biology teaching: cooperative learning in the science classroom - beyond students working in groups. *Cell Biology Education*, 2(1), 1–5. DOI: [10.1187/cbe.03-03-0010](https://doi.org/10.1187/cbe.03-03-0010)
- Tharayil, S., Borrego, M., Prince, M., Nguyen, K. A., Shekhar, P., Finelli, C. J., & Waters, C. (2018). Strategies to mitigate student resistance to active learning. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 7. DOI: [10.1186/s40594-018-0102-y](https://doi.org/10.1186/s40594-018-0102-y)
- Tondeur, J., Hermans, R., van Braak, J., & Valcke, M. (2008). Exploring the link between teachers' educational belief profiles and different types of computer use in the classroom. *Computers in Human Behavior*, 24(6), 2541–2553. DOI: [10.1016/j.chb.2008.02.020h](https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.02.020h)
- Veiga, I. P. A., Amaral, A. L., Dalben, A. I. L. F., Sá Carneiro, C. C. B., Romanowski, J. P., Araujo, J. C. S., Martins, P. L. O. (2013). *Novas tramas para as técnicas de ensino e estudo*. Campinas, SP: Papirus.
- Veiga, I. P. A., Amaral, A. L., Dolben, Â. I. L. de F., Araújo, J. C. S., Behrens, M. A., Damis, O. T., & Guimarães, S. (2012). *Técnicas de ensino: Novos tempos, novas configurações*. Campinas, SP: Papirus Editora.
- Veiga, I. P. A., Lopes, A. O., Filho, A. F., Azambuja, J. Q. de, Araujo, J. C. S., Castanho, M. E. L. M., ... Feltran, R. C. de S. (2011). *Técnicas de ensino: por que não?*. Campinas, SP: Papirus Editora.
- Veselinovska, S. S., Gudeva, L. K., & Djokic, M. (2011). Applying appropriate methods for teaching cell biology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2837–2842. DOI: [10.1016/j.sbspro.2011.04.199](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.199)
- Yeong, F. M. (2013). Incorporating mind-maps in cell biology lectures – a reflection on the advantages and potential drawback. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 485–491. DOI: [10.1016/j.sbspro.2013.10.364](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.364)

**Recebido em:** 17.12.2017

**Aceito em:** 21.08.2018