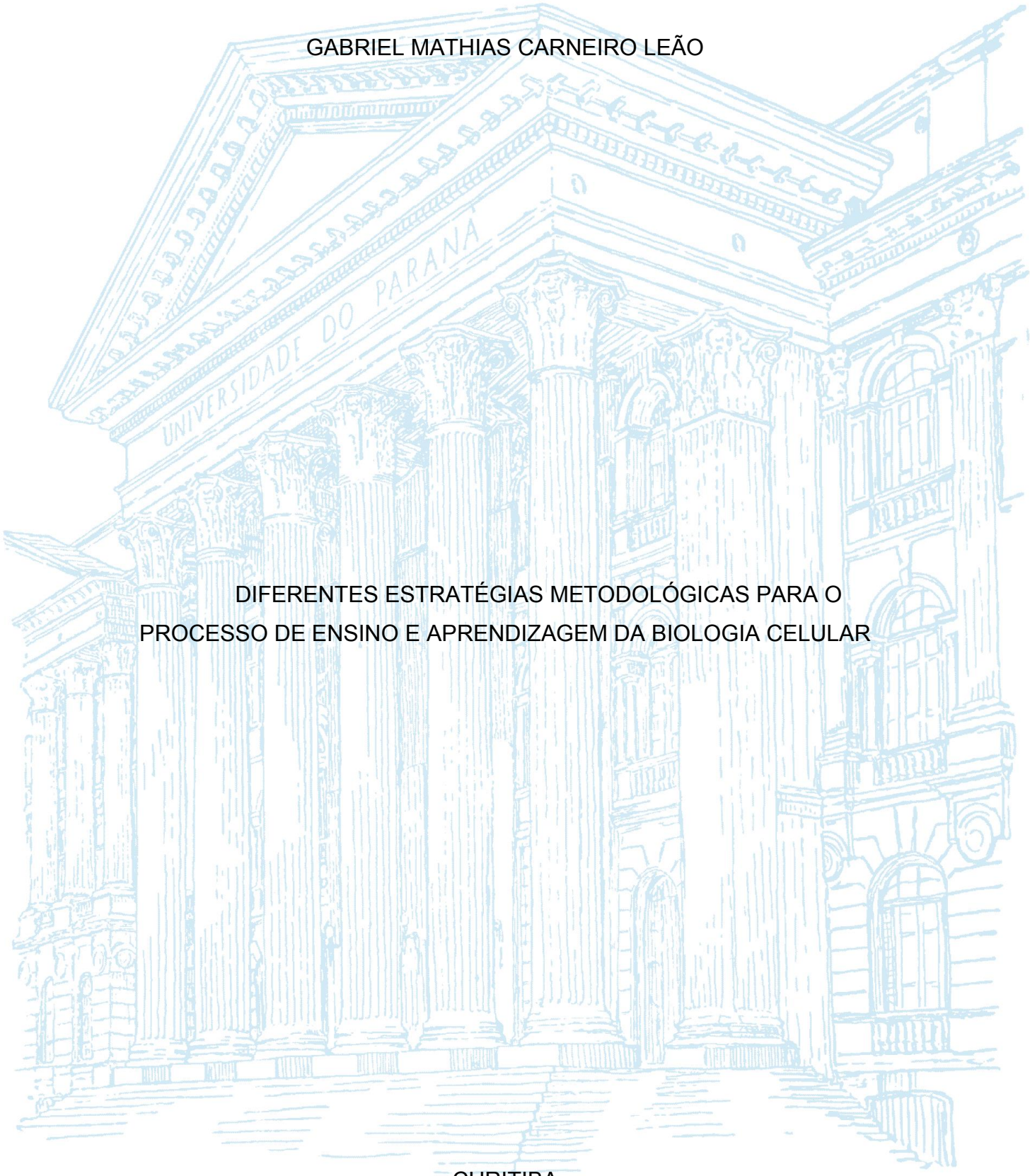
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIEL MATHIAS CARNEIRO LEÃO



DIFERENTES ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA BIOLOGIA CELULAR

CURITIBA

2018

GABRIEL MATHIAS CARNEIRO LEÃO

DIFERENTES ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA BIOLOGIA CELULAR

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Biologia Celular e Molecular, no Curso de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Ferreira Randi

CURITIBA

2018

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Leão, Gabriel Mathias Carneiro
Diferentes estratégias metodológicas para o processo de ensino e aprendizagem da biologia celular. / Gabriel Mathias Carneiro Leão. – Curitiba, 2018.
284 f.: il. ; 30cm.

Orientador: Marco Antonio Ferreira Randi

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular.

1. Biologia celular 2. Ensino 3. Aprendizagem 4. Professores I. Título II. Randi, Marco Antonio Ferreira, 1965 III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular.

CDD (20. ed.) 574.8

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **GABRIEL MATHIAS CARNEIRO LEAO** intitulada: **Diferentes estratégias metodológicas para o processo de ensino e aprendizagem da Biologia Celular**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 12 de Março de 2018.

MARCO ANTONIO FERREIRA RANDI
Presidente da Banca Examinadora

CLAUDIA MARIA SALLAI TANHOFFER
Avaliador Externo

RUTH JANICE GUSE SCHADECK
Avaliador Externo

ANA CRISTINA SEIXAS GRECA
Avaliador Externo

FERNANDO MAZZILLI LOUZADA
Avaliador Interno

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR
Universidade Federal do Paraná
MEC
Setor de Ciências Biológicas
Caixa Postal 19031
81531-990 - Curitiba - PR

Para Isabela.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Marco Randi, que foi um orientador de verdade, pensando no sentido e significado da palavra. Obrigado pela total liberdade durante todo o período do doutorado, da concepção da proposta à elaboração dos artigos. Aparentemente distante, mas em nenhum momento ausente, desatando nós com facilidade e, com poucas palavras, apontando os caminhos a serem seguidos. Uma orientação ao melhor estilo *Mestre dos Magos*. Sem pressão. Sem terrorismo. Obrigado por aceitar a ideia do projeto e por criar uma linha de pesquisa para ele.

Aos(Às) professores(as) de Biologia que auxiliaram na aplicação das aulas. Obrigado pelo tempo de aula cedido, pelos questionários e entrevistas, pelos materiais encaminhados pelo correio e pelos retornos aos meus insistentes e-mails. Agradeço também aos(às) gestores(as) das escolas participantes que possibilitaram a aplicação das aulas em suas unidades.

Aos(Às) estudantes que participaram das atividades, em todos os grupos do projeto. Obrigado pela seriedade e paciência em responder tantos questionários, avaliações e mapas conceituais. Esse projeto só foi possível graças à participação de vocês.

Ao Instituto Federal do Paraná, por possibilitar o período de afastamento, e aos(às) professores(as) que assumiram as aulas de Biologia nesse período.

A todos(as) os(as) meus(minhas) ex-alunos(as), que de maneira muito direta moldaram a minha formação como professor. Meu agradecimento especial aos(às) ex-alunos(as) do IFPR, *campus* Jacarezinho. Certamente eu aprendi mais com vocês do que vocês comigo.

Ao meu amigo Gustavo, uma daquelas amizades raras que podemos contar nos dedos de uma das mãos.

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

Aos(Às) professores(as) do Departamento de Biologia Celular e do Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e Molecular da UFPR, que fazem parte da minha vida desde a iniciação científica.

Aos(Às) amigos(as) e colegas do Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e Molecular da UFPR.

À professora Márcia Helena Mendonça, a quem dedico inclusive um capítulo desse trabalho. Suas aulas sempre foram inspiradoras, pelos conteúdos e pela sua pessoa. Obrigado por analisar meus relatórios iniciais.

À professora Ruth Janice Guse Schadeck, pela participação em todas as avaliações dos relatórios de doutorado. Obrigado pelas críticas e pelos comentários, sempre sensíveis e estimulantes.

Ao professor Fernando Louzada, pela participação nas duas últimas avaliações dos relatórios de doutorado, justamente as de qualificação. Obrigado pelas sugestões e pelos comentários, sempre muito inteligentes, que poderiam vir apenas de um grande pesquisador.

Ao professor André Padial, pela colaboração preciosa com o desenho experimental do projeto e pela paciência em ajudar com a realização das análises estatísticas.

Ao professor Cláudio de Paula Soares Greca e à professora Ana Cristina Seixas Greca, pela amizade e por despertaram o meu interesse pela Biologia Celular.

Às amigas Marissoni, Rosane e Mirele e aos amigos Evandro, Ariel, e Ezequiel. A amizade de vocês é um tesouro e a convivência é um aprendizado. Sem dúvida estar entre vocês foi fundamental para enxergar a educação de outra maneira, mais criteriosa e atenta. Aprendi muito, muito mesmo, com todos vocês.

Aos companheiros do futebol de quarta-feira, sempre o dia mais esperado da semana.

A todos(as) que estiveram comigo em algum momento nesse período e que me ajudaram de alguma forma ou que simplesmente me desejaram o bem.

Ao meu pai, por ser meu pai.

À minha tia, pelos agradáveis e divertidos almoços de domingo.

À Alessandra, por cuidar tão bem da nossa pequena.

Aos meus irmãos, Tiago, Lucas e Bruno. Obrigado pela amizade e pela ajuda com os testes iniciais do RPG.

À Michele, pelo que vivemos e pelo que ainda vamos viver juntos.

À Isabela, pois afinal é tudo por você. *Isabela querida do meu coração te amarei para sempre de montão*.

Que tempos difíceis eram aqueles: ter a vontade e a necessidade de viver, mas não a habilidade.

Bukowski, *Misto Quente*

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, geralmente como estratégias complementares. Representações não linguísticas e jogos cooperativos são alternativas que podem promover o protagonismo e a participação ativa dos(as) estudantes, melhorando o processo de ensino e aprendizagem. Para avaliar o potencial didático dessas estratégias, aulas de Biologia Celular foram aplicadas a estudantes do 1º ano do ensino médio em escolas públicas no Estado do Paraná. As turmas foram organizadas em grupos que participaram de aulas expositivas, onde os(as) professores(as) utilizaram a exposição oral ilustrada como metodologia de ensino; representações não linguísticas (RNL), que envolveu a construção de um modelo tridimensional e a confecção de um cartaz bidimensional; ou aprendizagem cooperativa, realizada através de aventuras de *RolePlaying Game* (RPG). O conhecimento dos temas abordados foi avaliado antes das aulas, e em curto e médio prazos, posteriores às aulas. Nas avaliações por questões (objetivas e de respostas discursivas), os(as) estudantes obtiveram resultados semelhantes no desempenho de médio prazo, independente da metodologia de aprendizagem. Contudo, na avaliação por mapas conceituais, os melhores resultados foram alcançados pelos(as) estudantes que participaram das metodologias ativas, indicando um aprendizado mais efetivo e significativo. O perfil de inteligências múltiplas dos(as) estudantes foi traçado, a partir da Teoria das de Howard Gardner, mas não houve correlação entre o tipo de inteligência e a performance em cada grupo experimental. Também foi realizada uma análise do perfil de professores(as) de Biologia através da aplicação de questionário e entrevista semiestruturada. Apesar de constituírem um grupo jovem, porém experiente, suas aulas priorizam práticas pedagógicas consideradas tradicionais. Diversificar as estratégias de ensino, estimulando a participação ativa dos(as) estudantes, pode contribuir para um aprendizado mais efetivo e significativo.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem da Biologia Celular. Técnicas de Ensino. Representações não linguísticas. Aprendizagem cooperativa. Perfil de professores(as) de 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 applied 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. The profile of multiple intelligences of the students was traced, from Howard Gardner's theory, but there was no correlation between intelligence type and performance in each experimental group. The profiles of Biology teachers, who are currently teaching in public schools of the State of Paraná, were analyzed in order to obtain an overview of the practices that are developed routinely in schools and classrooms. The teachers answered a survey and participated in semi-structured interviews, in order to analyze their professional profile and the teaching methodologies they apply. Although they constitute a young but experienced group, their classes focus on pedagogical practices that are considered traditional, in contradiction to several more modern teaching techniques, which could contribute to a more active participation of the students.

Key-words: Cell biology education. Teaching and learning methodologies. Non-linguistic representations. Collaborative games; Cell biology education. Teachers' profile.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Linus Pauling aponta o modelo da alfa-hélice. 38
FIGURA 2 - Watson e Crick posam ao lado do modelo que acabou se tornando clássico em biologia celular e molecular. 39
FIGURA 3 - À esquerda, desenho esquemático da bicamada de fosfolipídios. À direita, visão tridimensional da matriz lipídica com proteínas globulares associadas. 40
FIGURA 4 - Relação entre performances e escolas, mostrada pela média (± 95% Intervalo de Confiança). 152
FIGURA 5 - Valores das inteligências múltiplas de acordo com as preferências dos(as) estudantes, mostradas pela média (± 95% Intervalo de Confiança).. 156
FIGURA 6 - Relação entre as inteligências e as escolas, mostradas pela média (± 95% Intervalo de Confiança) 157
FIGURA 7 - Valores de correlações de Pearson entre inteligências. Todas as relações são significativas ($P < 0.05$). 159
FIGURA 8 - Valores de correlações de Pearson entre inteligências e performances considerando todos os dados; somente para metodologia expositiva; somente para metodologia RNL; somente para metodologia “Jogos”. Valores significativos estão indicados em negrito ($P < 0.05$). 160

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Relação candidato/vaga grupo aulas expositivas. 54
TABELA 2 - Relação candidato/vaga grupo representações não linguísticas.. 54
TABELA 3 - Relação candidato/vaga grupo jogos cooperativos. 54
TABELA 4 - Instituições participantes e quantitativo de turmas e estudantes.. 56
TABELA 5 - Organização dos grupos de acordo com as metodologias de ensino aplicadas..... 58
TABELA 6 - Escala hedônica utilizada no questionário. 62

SUMÁRIO

1.	**1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA**	1
1.1	**1.1 Tradicionalmente, a escola**	9
1.2	**1.2 Sobre forma e conteúdo**	12
1.3	**1.3 O ensino e o aprendizado da Biologia Celular**	15
1.4	**1.4 A aula expositiva: o que é clássico e o que é tradicional**	19
1.5	**1.5 Para além da aula expositiva**	20
1.5.1	**Aprendizagem cooperativa**	23
1.5.1.1	O RPG como atividade cooperativa	27
1.5.1.1.1	*Cenários*	28
1.5.1.1.2	*Mestre*	28
1.5.1.1.3	*Personagens*	29
1.5.1.1.4	*Regras*	30
1.5.1.1.5	*Fichas dos personagens e definição de ações*	30
1.5.1.1.6	*Duração*	32
1.5.1.1.7	*Materiais necessários*	32
1.5.1.1.8	*RPG e educação*	32
1.5.2	**Representações não linguísticas**	35
1.5.2.1	Confecção de modelos físicos e elaboração de desenhos: Modelagem	37
1.5.3	**Aprendendo e avaliando com mapas conceituais**	42
1.6	**Uma maneira de olhar a diversidade: A Teoria das Inteligências Múltiplas**	44
1.7	**Base Nacional Curricular Comum e organização curricular**	48
2.	**OBJETIVOS**	49
2.1	**Objetivo geral**	49
2.2	**Objetivos específicos**	49
2.3	**O que não se pretende com esse projeto (ou Não-objetivos)**	50
3.	**MATERIAIS E MÉTODOS**	51
3.1	**Temas da Biologia Celular**	51
3.2	**Desenvolvimento e aplicação das metodologias**	52
3.3	**Aplicação das aulas e escolas participantes**	53
3.4	**Grupos experimentais**	56
3.5	**Avaliação das metodologias e dos(as) estudantes**	59
3.5.1	**Avaliações anteriores, de curto prazo e de médio prazo**	59
3.5.1.1	Questões objetivas e discursivas	59
3.5.1.2	Mapas conceituais	60
3.5.2	**Performance**	61
3.5.3	**Análises estatísticas**	61
3.5.4	**Teste de Inteligências Múltiplas**	62
3.5.5	**Questionário estudantes após participação nas aulas**	62
3.5.6	**Questionário e entrevistas professores**	63
3.6	**Aprovação no Comitê de Ética**	64
4.	**RESULTADOS**	65

4.1 **Artigo 1**..... 66
4.2 **Artigo 2**..... 84
4.3 **Artigo 3**..... 120
4.4 **Resultados complementares**..... 151
4.4.1 **Correlação entre performances e instituições de ensino**..... 151
4.4.1.1 Avaliação: Questões de múltipla escolha e discursivas..... 151
4.4.1.2 Avaliação: Mapas Conceituais..... 151
4.4.2 **Como explicar a queda na performance na Escola da Rede Federal?** 154
4.4.3 **Resultados inteligências múltiplas**..... 155
4.4.4 **Diferentes estratégias de ensino para diferentes inteligências?**... 158
REFERÊNCIAS..... 162
APÊNDICES..... 173
Apêndice I - Aula Membrana plasmática - Expositiva..... 174
Apêndice II - Aula Transporte através da membrana plasmática - Expositiva..... 181
Apêndice III - Aula Membrana plasmática - Representação não linguística (Construção de modelo 3D)..... 188
Apêndice IV - Aula Transporte através da membrana plasmática - Representação não linguística (Cartaz)..... 190
Apêndice V - Aula Membrana plasmática - Aprendizagem cooperativa (Aventura RPG)..... 197
Apêndice VI - Aula Transporte através da membrana plasmática - Aprendizagem cooperativa (Aventura RPG)..... 210
Apêndice VII - Questões Fase I (Prévia), II (Curto prazo) e III (Médio prazo)..... 226
Apêndice VIII - Orientações para elaboração de Mapa Conceitual 239
Apêndice IX - Teste de Inteligências Múltiplas..... 242
Apêndice X - Questionário estudantes após participação nas aulas..... 246
Apêndice XI - Questionário para professores que ministram Biologia Celular (questões on-line)..... 258
Apêndice XII - Questionário para professores que ministram Biologia Celular (questões abertas)..... 263
Apêndice XIII - Questionário para professores que ministram Biologia Celular (após a aplicação das aulas)..... 264
Apêndice XIV - Termos de Consentimento Livre e Esclarecido..... 275

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Como introdução e parte da justificativa, seguem algumas situações e experiências pessoais, vivenciadas pelo próprio autor deste trabalho. Apesar da ausência de método científico e de referenciais bibliográficos, os fatos compartilhados não deixam de ter certa validade. Inclusive, é bem provável que aqueles(as) que se derem ao trabalho de ler as próximas linhas se reconheçam em algumas situações ou, ao menos, percebam as suas relações com o projeto. O objetivo desta breve introdução é apresentar alguns dos motivos que levaram à proposição deste projeto de doutorado, em uma linha de pesquisa relativamente diferente das tradicionalmente desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular da Universidade Federal do Paraná.

Feliz dia dos professores

Recentemente (o ano é 2014), ao final de um programa de televisão de grande alcance nacional, a apresentadora, fazendo alusão ao dia dos(as) professores(as) que se aproximava, pediu aos(às) estudantes telespectadores(as) que fizessem silêncio e fossem obedientes em sala de aula, como uma forma de homenagear seus(suas) professores(as). *Silêncio e obediência*.

Imagine a cena e adivinhe qual é o ano (ou o século)

Estudantes enfileirados(as), sentados(as) em suas carteiras individuais. Entre as carteiras deve haver espaço suficiente para a passagem do(a) professor(a), que cuida em afastar aquelas que possam estar perigosamente próximas. As carteiras estão direcionadas para uma das paredes da sala, onde a lousa está localizada. À frente, estrategicamente posicionado(a), o(a) professor(a), o(a) qual os(as) estudantes escutam atentamente. O(A) professor(a) transmite aos(às) estudantes os conhecimentos que adquiriu durante sua trajetória acadêmica, o que faz dele(a) uma autoridade no assunto.

A turma escuta passivamente, com poucas oportunidades de interação. O conteúdo será cobrado em prova que, aliás, já foi marcada antecipadamente.

O que esses(as) estudantes têm em comum?

"O.F." concluiu o ensino fundamental e obteve o certificado de conclusão do ensino médio através do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Não teve aulas de biologia no ensino médio e a reserva de vagas para cotistas provavelmente possibilitou seu ingresso na escola. "*L.R."* estudou nas melhores escolas particulares da região e ficou entre os primeiros colocados no processo seletivo. Seus pais são professores e participam ativamente da vida acadêmica de seu filho. *"M.J."* é muito boa em matemática e raciocínio lógico, mas é pouco criativa e não consegue formular hipóteses seguindo linhas minimamente diferentes daquelas que o professor apresentou. *"L.M."* adora ler e escreve muito bem, mas odeia as aulas de educação física. Devido às dificuldades em se relacionar, tem poucos amigos e geralmente passa o intervalo isolado. *"S.Q."* é um atleta nato. Suas habilidades atléticas se destacam em todas as atividades físicas escolares. Não obtém bons resultados em outras disciplinas devido à dificuldade em manter a concentração por muito tempo. *"D.O."* se sobressai nas aulas de artes. Costuma mostrar ao professor os novos desenhos em seu caderno. Gosta especialmente das aulas de biologia, pois é uma das poucas disciplinas que oportuniza a realização de desenhos durante as aulas ou em outras atividades. *"M.L."* tem opinião forte e desafia constantemente os professores. Tem diversos problemas familiares e a maioria dos(as) professores(as) o ignora ou o mandam frequentemente para fora da sala de aula. Apesar da personalidade forte, se dá muito bem com os(as) colegas.

Apreensão

Era a primeira aula de histologia para o ensino médio. O professor, querendo apresentar o objeto de estudo da histologia e alguns conceitos iniciais de uma forma diferente, leva os(as) estudantes para o laboratório de Biologia. É uma escola nova e ainda não há banquetas suficientes sob as

bancadas. Um pouco perdidos, os(as) estudantes se espalham pela sala e se acomodam do jeito que podem: alguns(mas) em pé, outros(as) sentados(as) (os meninos cedem os lugares às meninas), aguardando as próximas instruções. No dia anterior, o professor já havia solicitado para que os(as) estudantes trouxessem lápis de cor e giz de cera. Ele leva um rolo de papel *kraft* e divide os(as) estudantes em grupos de 4 ou 5 pessoas. O professor está apreensivo e teme a resistência dos(as) estudantes, pois nunca havia tentado tal metodologia. Os grupos deveriam desenhar o corpo humano e representar os principais tecidos do organismo, indicando suas funções e características mais importantes. Após as instruções, o professor aguarda a reação dos(as) estudantes. Alguns grupos pedem um pedaço maior de papel: querem fazer o modelo em tamanho natural. Alguns(mas) estudantes se deitam sobre a folha enquanto os(as) demais integrantes se encarregam do contorno. Muitos(as) correm para a biblioteca em busca de livros de Biologia. Artistas se revelam ao representar um rosto metade tecido ósseo e metade tecido muscular. A pele, os vasos sanguíneos, as articulações, o tecido nervoso: obras de arte. Os cartazes são fixados nas paredes do laboratório. Estudantes de outras turmas vêm observar os desenhos e pedem pela mesma aula. Professores(as) de outras disciplinas ficam admirados(as) com a capacidade e criatividade dos(as) estudantes.

Novamente, a apreensão

Era a última aula de Biologia Celular de um intenso semestre para o curso de Medicina de uma universidade privada bastante tradicional. Os(As) estudantes eram exigentes. A maioria havia frequentado os melhores cursinhos pré-vestibulares e sido aprovada em um processo seletivo bastante concorrido. Por esses motivos, os conteúdos básicos da Biologia Celular já eram conhecidos. Era sempre necessário apresentar algo novo, mais aprofundado, correlacionado com o curso. O professor se cobrava bastante e procurava enriquecer a aula com informações detalhadas, correlações clínicas, imagens, artigos e provas altamente elaboradas. Na última aula, contudo, ao invés das tradicionais aulas teóricas, o professor ousou uma inovação. Os(As) estudantes, sentados(as) em grupos de 3 ou 4 pessoas, receberam uma folha

com uma proposta diferente. Era uma narrativa fantástica. Fantástica no sentido de fantasia. Os(As) estudantes deveriam imaginar fazer parte de um grupo de cientistas que, após serem miniaturizados(as), juntamente com uma nave de transporte, eram injetados(as) em um organismo para cumprir determinada missão. O tema envolvia processos de síntese e rotas de transporte intracelular. Novamente o professor estava apreensivo, pois nunca havia tentado isso antes. Mas a aula foi um sucesso. Os(As) estudantes buscavam alternativas criativas para encontrar soluções para o problema, usando os conteúdos que foram apresentados em sala de aula, consultando livros ou o caderno como apoio e pensando o assunto de uma forma diferente. Um deleite observar o brilho no olhar e a satisfação do grupo quando a solução era encontrada. Diversos(as) estudantes elogiaram a ideia e perguntaram por que não haviam tido aulas desse tipo anteriormente.

Um futuro promissor

Era a estudante mais brilhante da turma de Biologia. Suas notas eram as melhores, sempre as mais altas. Na formatura, como esperado, recebeu o prêmio de melhor aluna da classe pelo seu aproveitamento superior durante todo o curso e ganhou um curso de especialização totalmente gratuito na instituição. Um prodígio, pensávamos. Recentemente, fiquei sabendo através de um colega, está trabalhando como bancária em um banco privado.

O que realmente importa

Essa é uma das minhas preferidas. Um empresário da região (estamos no norte pioneiro do Paraná) procura a escola técnica em busca de estagiários para sua fábrica. Os diretores e coordenadores de curso recepcionam o empresário e se comprometem em buscar os(as) melhores estudantes, baseando-se nas melhoras notas obtidas. O empresário interrompe e responde tranquilo que as notas não interessavam, e que o conteúdo poderia ser aprendido com o treinamento adequado na própria fábrica. O que ele precisava realmente era de pessoas que se relacionassem bem com as demais, pois os

principais problemas enfrentados ultimamente envolviam conflitos interpessoais entre seus(suas) funcionários(as) e dificuldade para se trabalhar em grupo.

Uma confissão

O professor trabalhava com a Biologia Celular há vários anos. Logicamente, a aula de mitocôndrias já havia sido ministrada diversas vezes. Contudo, o professor sempre teve um pouco de dificuldade em entender todos os eventos da fosforilação oxidativa. Embora estudasse por diversos livros de Biologia Celular e Bioquímica, parece que a linguagem não dava conta de formar a imagem mental completa de todos os eventos, ou que as ilustrações não eram suficientes para preencher as lacunas que insistiam em permanecer. Recentemente, assistiu como estudante especial a uma aula diferente em um programa de Pós-graduação, uma aula sobre mitocôndrias. Mas não uma aula convencional, tipo palestra. Era uma aventura de RPG com o tema transformação de energia como pano de fundo. Foi fantástico. A dúvida foi esclarecida ao preencher a ficha do personagem e ao discutir com os(as) demais jogadores(as) as estratégias para se alcançar a solução do problema.

Transição

Até o 3º ano do ensino fundamental, ela simplesmente adorava ir à escola. Era bonito de se ver. Não admitia faltar às aulas. O ambiente escolar ajudava: as salas eram decoradas e as mesinhas eram coletivas, organizadas em grupos de cinco estudantes. Nas paredes, cartazes coloridos exibiam os conteúdos mais importantes. As atividades eram lúdicas e bastante diversificadas. No fim de cada bimestre, os pais recebiam uma pasta com as atividades desenvolvidas: desenhos, jogos de colorir ou completar, as primeiras palavras, as primeiras redações, os primeiros números e as primeiras operações. Voltava da escola empolgada, contando as novidades e o que havia feito durante o dia. Havia também um grande respeito e admiração pelas professoras. A escola realmente era uma coisa divertida. De repente, tudo começou a mudar. A escola começou a não ser mais tão atraente. Agora as mesas são individuais e os(as) estudantes estão enfileirados. Já não há

cartazes nas paredes. Ainda existem diversas atividades lúdicas, mas é possível perceber uma fase de transição. O respeito pelas professoras e a amizade pelos(as) colegas seguem inabaláveis, mas já reclama em acordar cedo, espera ansiosa pelo início das férias e fica triste quando elas acabam, chega cansada e não gosta de fazer lições. A escola está ficando chata, ou séria demais, e ela está apenas no 4º ano do ensino fundamental.

A culpa é de quem?

Você já deve ter ouvido algo parecido em algum momento. Durante mais de uma década atuei como professor universitário. Meu pai também é professor universitário. Durante anos ouvi meu pai reclamar que "a cada ano os(as) estudantes estão piores", que "estão vindos cada vez mais fracos do ensino médio". Enquanto professor na universidade eu escutava as mesmas queixas de meus(minhas) colegas professores(as): que os(as) estudantes estavam vindos cada vez mais fracos do ensino médio e que estavam cada vez piores. Então passei em um concurso público e fui trabalhar com o ensino médio. Agora escuto, de meus(minhas) novos(as) colegas professores(as), que os(as) estudantes estão cada vez piores, e que o ensino fundamental está cada vez mais fraco.

Enquanto isso, no evento de doutorandos...

- Sobre o que é o seu projeto?
- É mais voltado ao ensino da Biologia Celular, sobre a utilização de diferentes estratégias metodológicas em sala de aula.
- Interessante. Mas porque você não faz o doutorado lá no Departamento de Educação?

De vez em quando, na sala dos estudantes...

"Que sorte que o seu projeto não tem experimentos..."
"Que sorte que você não tem que cuidar de células..."
"Que sorte que você não tem que ficar na bancada..."

“Educação? Seu projeto deve ser mais fácil...”
“Como são esses artigos da área de educação? Eles têm metodologia, resultados, tudo normal, como os outros?”
“Existem revistas científicas nessa sua área?”

Aconteceu com um amigo meu

Certa vez, um professor de física disse aos(às) seus(suas) estudantes que eles (as) poderiam escolher a metodologia que quisessem para a próxima aula. Qualquer uma. Eles(as) deveriam dizer como ele, professor, deveria trabalhar os conteúdos. Para sua surpresa, no dia seguinte, após algumas discussões internas, eles(as) escolheram a “aula normal professor” (a aula expositiva).

A parcela de culpa da escola

Era o episódio de estreia da versão júnior de um programa de culinária, onde as crianças elaboram receitas e competem entre si para ser o melhor *chef* de cozinha. Nesse capítulo, os(as) jovens cozinheiros(as) deveriam criar uma sobremesa. Uma das juradas estava simplesmente encantada com a ousadia e com a coragem das crianças na escolha das receitas, com a criatividade e com o jeito com que cooperavam entre si, mesmo sendo concorrentes. Contemplativa, ela comenta com os outros jurados: *"O que será que a gente perde quando cresce?"*

Poesia

Quando fui aplicar o RPG em uma das escolas, conversamos, eu e um professor, sobre a importância das diferentes metodologias devido à diversidade de estudantes. O professor comentou sobre um estudante que não rendia muito em Biologia e que chegou a dizer abertamente, inclusive, que não gostava da matéria. Havia reprovado uma vez e continuava indo mal nas provas. Certa vez, contudo, tirou uma nota alta. O professor foi parabenizá-lo e

perguntou o que havia acontecido. O estudante disse que, para conseguir estudar, começou a escrever poemas sobre os conteúdos.

No mínimo, curioso

Não é engraçado como uma determinada aula funciona tão bem para determinada turma e tão mal para outra?

Um café que rendeu

Professor de economia da UFPR, já em fase de se aposentar, comenta algo mais ou menos assim:

Eu procuro fugir da aula expositiva. Alguns estudantes reclamam, porque elas são mais trabalhosas para eles, mas a aula expositiva não funciona. Você finge que ensina, os estudantes fingem que aprendem. Não dá! Ficar só falando ali na frente não funciona mais.

Nas crianças, a verdade

Pai, não quero mais trocar de escola! Agora a escola está diferente. Está mais legal. A gente não tem mais lugar fixo. Cada dia a gente senta de um jeito diferente. Sentamos em círculo, em duplas, trios, em grupos, e não tem lugar fixo!

Afinal, não é disso que estamos falando?

Fim dos relatos pessoais.

1.1 Tradicionalmente, a escola

Pelo menos nos últimos cinquenta anos, a educação brasileira tem sido marcada pelas tendências de cunho liberal, que inclui a pedagogia tradicional e a tecnicista. Historicamente, a pedagogia tradicional marcou o início das tendências liberais, ressaltando que o termo liberal não tem o sentido de avançado, democrático ou aberto, mas sim como justificação do sistema capitalista para defender a predominância da liberdade e dos interesses individuais da sociedade. A pedagogia liberal é uma manifestação própria desse tipo de sociedade, manifestando-se nas práticas escolares e no perfil pedagógico de muitos(as) professores(as) (ENGUITA, 1989; VEIGA e colab., 2013).

No modelo tradicional, a escola tem por função preparar os indivíduos para o desempenho de papeis sociais, aprendendo a se adaptar aos valores e às normas vigentes na sociedade de classes. Embora se difunda a ideia de igualdade de oportunidades, a desigualdade de condições geralmente não é levada em consideração (LUCKESI, 1992). A escola assume o papel de preparar moral e intelectualmente os(as) estudantes para assumir sua posição na sociedade, e os(as) menos capazes devem superar suas dificuldades para conquistar um lugar junto aos(às) mais capazes.

Nesse modelo, os conteúdos de ensino, conhecimentos e valores sociais acumulados ao longo das gerações, são repassados aos(às) estudantes como verdades, separados da experiência do(a) estudante e das realidades sociais em favorecimento do seu valor intelectual. Os métodos se baseiam na exposição verbal da matéria ou na demonstração, sendo que tanto a exposição quanto a análise são feitas pelo(a) professor(a). No relacionamento entre professor(a) e estudante, predomina a autoridade do(a) professor(a), que exige receptividade dos(as) estudantes e impede a comunicação entre eles(as) durante a aula. O conteúdo é transmitido na forma de verdade a ser absorvida e a disciplina imposta pelo(a) professor(a) é o meio mais eficaz para assegurar a atenção e o silêncio (LIBÂNEO, 2013).

O modelo tecnicista, por sua vez, iniciou-se no século XIX, representando a emergência e a estruturação de uma pedagogia científica, que oscila totalmente entre o lado da ciência e da técnica, abandonando os seus

desígnios humanistas. A orientação tecnicista atinge particularmente o Brasil desde o fim do século XIX, através da escola graduada e seriada, e ainda está presente atualmente. No modelo tecnicista, a educação é subordinada à sociedade, tendo como função a preparação de recursos humanos, ou seja, mão de obra para suprir as demandas do mercado de trabalho (ENGUITA, 1989; VEIGA e colab., 2013).

Enquanto a sociedade industrial e tecnológica estabelece as metas econômicas, sociais e políticas, a educação treina os(as) estudantes para o atendimento dessas metas. Compete à escola organizar o processo de aquisição de habilidades, atitudes e conhecimentos específicos, necessários para que os indivíduos possam ser integrados a essa sociedade. Dessa maneira, a escola atua no aperfeiçoamento do sistema capitalista, articulando-se diretamente com o sistema produtivo. O material instrucional encontra-se sistematizado nos manuais, nos livros didáticos, e os métodos de ensino consistem nos procedimentos e técnicas necessários ao arranjo e controle nas condições ambientais que assegurem a transmissão e a recepção das informações. As relações entre professores(as) e estudantes têm papeis bem definidos: o(a) professor(a) administra as condições de transmissão da matéria, conforme um sistema instrucional eficiente e efetivo em termos de resultados da aprendizagem; o(a) estudante recebe, aprende e fixa as informações. A comunicação professor(a)-estudante tem um sentido exclusivamente técnico, que é o de garantir a eficácia da transmissão do conhecimento. Debates, discussões e questionamentos são desnecessários, assim como pouco importam as relações afetivas e pessoais dos sujeitos envolvidos no processo ensino e aprendizagem (LUCKESI, 1992; MIZUKAMI, 1986).

As abordagens tradicional e tecnicista do processo de ensino e aprendizagem se fundamentam em concepções e práticas educacionais que persistiram no tempo, em suas diferentes formas, e que passaram a fornecer um quadro referencial para todas as abordagens posteriores. Privilegiam-se os modelos e o especialista, elemento imprescindível na transmissão de conteúdos, e a disciplina imposta é o meio mais eficaz para assegurar a atenção e o silêncio. Como as iniciativas cabiam ao(à) professor(a), o essencial era contar com um(a) profissional razoavelmente bem preparado(a). Assim, as escolas eram organizadas na forma de classes, cada uma contando com um(a)

professor(a) que expunha as lições, que os(as) estudantes seguiam disciplinadamente (SAVIANI, 1991).

Paulo Freire (1987) comparou essas práticas escolares a um sistema bancário, onde os(as) professores(as) depositam regularmente as informações nas contas-cabeças-bancárias dos(as) estudantes. Nele, o(a) educador(a) é apenas um(a) narrador(a) de conteúdos e os(as) estudantes constituem-se em meros ouvintes, nos quais se deposita uma série de informações estáticas desconectadas de sua realidade.

As descrições dos modelos tradicional e tecnicista permanecem assustadoramente atuais.

Ao entusiasmo inicial suscitado pela escola tradicional, sucedeu uma crescente decepção, pois a escola não conseguiu realizar seu objetivo de universalização (nem todos(as) nela ingressavam e os(as) que ingressavam nem sempre eram bem sucedidos(as)) e nem todos(as) os(as) bem-sucedidos(as) se ajustavam ao tipo de sociedade que se queria consolidar (SAVIANI, 1991).

Novas tendências pedagógicas e mudanças na sociedade trouxeram à tona a ideia de um ensino despertado também pelo interesse do(a) estudante, que deixa de ser visto como um agente passivo da aprendizagem. Da mesma forma, o(a) professor(a) deixa de ser um(a) mero(a) transmissor(a) de conhecimento, e sim um(a) gerador(a) de situações estimuladoras e eficazes, levando em consideração o interesse, as experiências e as descobertas dos(as) estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem. (BACICH e MORAN, 2018).

Nesse contexto, as técnicas de ensino ganham espaço como ferramenta de aprendizagem, na medida em que propõe estímulo ao interesse do(a) estudante. Os recursos pedagógicos também devem acompanhar essas mudanças, auxiliando o(a) professor(a) em sala de aula. Segundo Randi (2011):

> Um dos maiores desafios pedagógicos atuais parece ser, além de romper com o modelo tradicional, o de resgatar o estímulo e o interesse dos estudantes por aprender. 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.

Em plena era da informação, a experiência educacional deve ser diversificada. Durante o processo de aprendizagem, os(as) estudantes devem também desenvolver suas competências, e não somente absorver passivamente o conteúdo. Faz-se necessária uma educação dinâmica e desafiadora, visando o desenvolvimento de diferentes habilidades para a obtenção e utilização das informações (DEPRESBITERES e TAVARES, 2009).

Por sua própria natureza, o fenômeno educativo não é uma realidade acabada que se dá a conhecer de forma única e precisa em seus múltiplos aspectos. É um fenômeno humano, histórico e multidimensional, onde estão presentes tanto a dimensão humana quanto a técnica, a cognitiva e a emocional, a sociopolítica e a cultural. Não se trata de mera justaposição das referidas dimensões, mas, sim, da aceitação de suas múltiplas implicações e relações. É necessário considerar que cada estudante é único(a). De acordo com determinada teoria, proposta ou abordagem no processo de ensino e aprendizagem, privilegia-se um ou outro aspecto do fenômeno educacional (MIZUKAMI, 1986).

1.2 Sobre forma e conteúdo[1]

No livro *Pedagogia Histórico-Crítica*, Saviani (2013) destaca a importância dos métodos no processo de ensino e aprendizagem:

> (...) a questão central da pedagogia é a questão dos métodos, dos processos. O conteúdo, o saber sistematizado, não interessa à pedagogia como tal. É nesse sentido que em trabalhos mais antigos eu faço referência ao fato de que o cientista tem uma perspectiva diferente da do professor em relação ao conteúdo. Enquanto o cientista está interessado em fazer avançar a sua área de conhecimento, em fazer progredir a ciência, o professor está mais interessado em fazer progredir o estudante.

[1] Essa sessão é dedicada à professora Márcia Helena Mendonça, que costumava destacar em suas aulas de Biologia Celular a "relação inequívoca entre forma e função". Respeitadas as devidas proporções, deve também haver uma relação inequívoca entre forma e conteúdo na educação.

Seguindo essa linha de pensamento, o(a) professor(a) enxerga o conhecimento como um meio para o crescimento do(a) estudante, enquanto que para o(a) cientista o conhecimento é um fim, onde o que importa é descobrir mais conhecimentos na sua área de atuação.

Nesse contexto, a técnica de ensino tem um caráter instrumental capaz de intermediar as relações entre professor(a) e estudante, e também entre estudante e estudante. Isso significa afirmar que ela um elemento de mediação, ou condição necessária e favorável, mas não suficiente ao processo didático. A técnica é sempre meio, nunca fim. Ela deve ser utilizada pelo(a) professor(a) ou pelo(a) estudante de forma conciliante e permeada pela intencionalidade.

Não se trata, contudo, de apenas se preocupar com as formas e métodos de ensino e deixar de lado os conteúdos e a sua importância. Gil-Perez e Carvalho (2009) destacaram no livro *Formação de Professores de Ciências* que conhecer a matéria a ser ensinada é um dos pré-requisitos para o processo de ensino e aprendizagem, embora o próprio autor chame a atenção de que “conhecer o conteúdo da disciplina” implica conhecimentos profissionais muito diversos, inclusive de questões didáticas.

Saviani (2013) também mostra a preocupação com os conteúdos, considerando o aprendizado um elemento clássico do currículo escolar:

> Ao final do ano letivo, após todas essas atividades, fica a questão: as crianças foram alfabetizadas? Aprenderam português? Aprenderam matemática, ciências naturais, história geografia? Ora, esses são os elementos clássicos do currículo escolar, tão clássicos que ninguém contesta. Às vezes se contesta a forma: será que se deve alfabetizar assim ou seria melhor de outra forma? Mas alguém ousaria afirmar que a escola não deve alfabetizar?

O conteúdo, o saber a ser ensinado, é dominante; enquanto que a forma é subordinada. Contudo, dicotomizar conteúdo e forma seria destituir a pedagogia e a didática de seus sentidos operacionais. As formas de ensinar dependem das formas de aprender, de fazer operar o processo cognitivo. Ensinar e aprender não existem isoladamente; ambos existem para realizar a educação, a pedagogia e a didática.

A escola tem o papel de possibilitar o acesso das novas gerações ao mundo do saber sistematizado, do saber científico, mas deve também organizar processos e descobrir formas adequadas para essa finalidade, já que os conteúdos são produzidos a partir das relações sociais e se sistematizam com certa autonomia em relação à escola. A sistematização dos conteúdos pressupõe determinadas habilidades que a escola geralmente garante, mas não completamente. Surge então a questão de como tornar os conteúdos assimiláveis às novas gerações (SAVIANI, 2013).

É importante que o(a) professor(a) questione *porque* ou *para que* as disciplinas e conteúdos são importantes para o desenvolvimento de seus(suas) estudantes, possibilitando a transformação do saber elaborado em saber escolar. A questão central da pedagogia é o problema das formas, dos processos, dos métodos, que só fazem sentido quando viabilizam o domínio de determinados conteúdos. O método é essencial para o processo pedagógico, processo este que torna o homem plenamente humano (SAVIANI, 2013).

Para Veiga e colab. (2013), a técnica de ensino é um conjunto de processos de uma arte, ou uma maneira ou habilidade especial de executar algo.

A técnica de ensino pode ser vista como um instrumento de emancipação e de diálogo, no contexto da educação histórico crítica:

> (...) toda técnica de ensino é envolvida por determinados ideais educativos. Não é a técnica que define o ideal educativo, mas o contrário. Assim é possível usar o retroprojetor sem ser tecnicista. É possível a aula expositiva sem ser tradicional (VEIGA e colab., 2013).

As técnicas de ensino estão subordinadas às finalidades, aos processos metodológicos que se filiam certamente às finalidades educativas mais amplas. Auxiliar ou conduzir os(as) estudantes a um aprendizado significativo é um desafio para os(as) professores(as). Professores(as) precisam entender que um tipo de método de ensino pode não ser suficiente (SULAIMANA e colab., 2010).

Há um descompasso gigantesco entre a velocidade tecnológica dos meios e a vagareza pedagógica (DEMO, 2005). Os conteúdos são elementos

clássicos do currículo escolar, mas é necessário voltar o olhar para os(as) estudantes, um olhar com os olhos da didática.

1.3 O ensino e o aprendizado da Biologia Celular

Todo processo de ensino e aprendizagem é complexo, dinâmico e envolve múltiplos saberes. A sala de aula é palco de diversas variáveis que influenciam diretamente as decisões do ensino (LABURÚ e colab., 2003). O ensino de ciências, em particular, tem despertado a atenção de muitos(as) pesquisadores(as) (DICARLO, 2006; HANDE e HANDE, 2009; TANNER e ALLEN, 2004; VESELINOVSKA e colab., 2011). Miller (2010) destacou a importância de estudos sobre como disciplinas científicas estão sendo trabalhadas em sala de aula, indicando a necessidade de um olhar mais cuidadoso sobre o tema.

É necessário aprimorar as ferramentas para o estabelecimento de um padrão de comunicação em sala de aula com características dialógicas e interativas para a compreensão da linguagem característica da ciência e da Biologia Celular. A utilização de um estilo menos rígido e mais expressivo no ensino de ciências pode facilitar o processo de ensino e aprendizagem, relacionando o conhecimento cotidiano ao conhecimento escolar (ANDRADE e colab., 2002).

Em palestra realizada durante o 44º Encontro Anual da SBBq e 23º Congresso da União Internacional de Bioquímica e Biologia Molecular, em 2015, Bruce Alberts, autor de um dos mais importantes livros de Biologia Celular, reconheceu que

> Passamos anos ensinando ciência de maneira errada aos jovens, fazendo-os decorar expressões científicas.

Para Alberts, o modelo tradicional de educação dificulta o progresso da ciência, e precisa ser removido desde os níveis mais elementares até a formação universitária dos(as) futuros(as) professores(as) e cientistas. Ainda, defende a valorização da criatividade, da racionalidade, da verdade e da tolerância à vida cotidiana, qualidades inerentes à ciência (KLEBIS, 2015):

> O método de aprendizado ativo promove o engajamento e aumenta a *performance* dos estudantes nas disciplinas científicas. Nossas pesquisas demonstraram que fazer o estudante encarar um problema antes de dar a resposta é um método poderoso de gerar aprendizado mais profundo.

Para promover um aprendizado ativo que realmente transcenda a memorização de nomes ou processos, é importante que os conteúdos se apresentem como problemas a serem resolvidos com os(as) estudantes. Andrews e colab. (2011) apontam que estudantes em cursos de ciências geralmente não conseguem aprender conceitos científicos fundamentais. Segundo os autores, há um consenso entre os educadores que muitas dificuldades que os(as) estudantes apresentam podem ser atribuídas ao papel passivo que assumem durante as aulas tradicionais.

Se em muitos aspectos a educação em ciências é extremamente preocupante, Miller (2010) afirma que, em especial, é preciso analisar o processo de ensino e aprendizagem da Biologia Celular.

Nos currículos tradicionais de ensino médio, a Biologia Celular integra os conteúdos iniciais da Biologia, pois essa base de conhecimentos é importante para a compreensão de diversos conteúdos relacionados, como histologia, embriologia, fisiologia e genética.

A Biologia Celular é uma área da Biologia que explora as atividades que ocorrem no interior de uma célula, abordando diversos aspectos microscópicos e submicroscópicos da vida, como moléculas e macromoléculas, ligações químicas e energia, organelas e ambientes químicos. Esses conceitos podem ser de difícil compreensão, especialmente para estudantes que já estão vivendo uma fase importante de transição, escolar e pessoal, em plena era da informação. Os conceitos abstratos decorrentes dos aspectos microscópicos e submicroscópicos da vida parecem estar entre as principais dificuldades desse processo de ensino e aprendizagem (CARLAN e colab., 2014).

No ensino médio, a sala de aula também é composta por uma grande diversidade de estudantes, com diferentes realidades sociais e níveis de conhecimento, tornando o trabalho do(a) professor(a) ainda mais complexo. De modo geral, as turmas são constituídas por estudantes recém-egressos(as) do ensino fundamental e, embora possuam em média catorze anos de idade,

muitas vezes já são tratados(as) como adultos(as), enfrentando uma mudança significativa na postura dos(as) professores(as), no número de disciplinas e no aprofundamento de conteúdos. Contudo, é pouco provável que estudantes se adaptem imediatamente a uma abordagem de ensino mais aprofundada se eles não tiveram contato com determinados conteúdos previamente (JONES e colab., 2015).

Devido ao grande volume de informações produzidas diariamente, cada vez mais os(as) professores(as) devem priorizar aspectos integradores no ensino da Biologia, ao invés de conhecimentos muito específicos e descontextualizados (SEED, 2008). Não é possível dar conta de todo o conhecimento biológico ou tecnológico a ele associado. Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino da Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao(à) estudante lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las e refutá-las, quando for o caso. Enfim, compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia (BRASIL, 2000).

É preciso desfazer a ideia de que a Biologia Celular é simplesmente uma coleção de fatos ou eventos que devem ser memorizados. Os(As) estudantes precisam se envolver e estarem interessados para que o aprendizado aconteça de forma efetiva (DICARLO, 2006).

Ensinar e aprender Biologia Celular não são tarefas simples, e promover o envolvimento do(a) estudante para garantir sua concentração em atividades de sala e extraclasse é um grande desafio para os(as) professores(as). Mesmo com o uso de aulas repletas de materiais em multimídia, como filmes e animações, geralmente é difícil para os(as) estudantes compreenderem muitos dos temas abordados (RANDI, 2011).

A construção do conhecimento está relacionada com as habilidades dos(as) estudantes. As escolas que desenvolvem atividades que valorizam as habilidades de seus(suas) estudantes produzem estudantes com uma base de conhecimento mais sólida (JONES e colab., 2015). A simples memorização geralmente acontece quando os(as) estudantes não entendem o que está sendo falado ou não percebem a importância de determinado assunto, embora a memorização, muitas vezes, seja suficiente para ser aprovado nas avaliações.

Se aprender Biologia Celular não é tarefa fácil, ensiná-la também é uma missão complexa para os(as) professores(as). De acordo com Veselinovska e colab. (2011), o sucesso do aprendizado em ciências está intimamente relacionado aos métodos utilizados por professores(as) e estudantes. É preciso, portanto, selecionar conteúdos e escolher metodologias coerentes com as intenções educativas. Pensando na qualidade da aprendizagem, um(a) bom(boa) professor(a) não se recusa a examinar, a inovar, a arriscar e a experimentar novas propostas.

Laburú e colab. (2003) defendem o pluralismo metodológico para o ensino de ciências, considerando as diversas questões que se apresentam em uma sala de aula. As velhas estratégias de ensino do quadro e giz, baseadas na lógica da doação do saber, que privilegia a audição em detrimento da fala, são insuficientes em assegurar que os(as) aprendizes realmente aprendam os conceitos científicos. Da mesma forma, não é interessante amarrar uma única prática metodológica em sala de aula, já que toda metodologia tem suas limitações.

É preciso selecionar conteúdos e escolher metodologias coerentes com as intenções educativas da escola ou do professor (VESELINOVSKA e colab., 2011).

Além de fornecer informações, é importante que o ensino de Biologia desenvolva no(a) estudante a capacidade de lidar com as informações, de compreendê-las, elaborá-las ou refutá-las, quando for o caso, compreendendo o mundo em que vive para nele agir com autonomia (BRASIL, 2000).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino da Biologia (BRASIL, 2000), cada ciência particular possui um código intrínseco, uma lógica interna, métodos próprios de investigação, que se expressam nas teorias, nos modelos construídos para interpretar os fenômenos que se propõe a explicar. Apropriar-se desses códigos, dos conceitos e métodos relacionados a cada uma das ciências, compreender a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, significa ampliar as possibilidades de compreensão e participação efetiva nesse mundo. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio definem competências e habilidades a serem desenvolvidas em Biologia:

> Apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico apreendido, através de textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, maquetes etc. (BRASIL, 2000).

Os conteúdos específicos da Biologia Celular devem agora adquirir novo significado para os(as) estudantes, possibilitando a resolução de problemas e a compreensão de processos do próprio ambiente onde os(as) estudantes estão inseridos. Para isso, o(a) professor(a) não deve se recusar a examinar, a inovar, a arriscar e a experimentar novas propostas, pois o seu primeiro compromisso deve estar relacionado com a qualidade da aprendizagem de seus(suas) estudantes (LABURÚ e colab., 2003).

1.4 A aula expositiva: o que é clássico e o que é tradicional

A exposição verbal, uma técnica de ensino expressa e conhecida pela aula expositiva, tem origens antigas e foi um dos suportes da velha pedagogia tradicional. Mesmo se considerarmos a inclusão de tecnologias educativas contemporâneas como o *datashow*, a pedagogia tradicional se baseia principalmente na exposição verbal da matéria ou na demonstração, onde tanto a exposição quanto a análise são feitas pelo(a) professor(a) (VEIGA e colab., 2011).

Marzano e colab. (2008) dizem ser possível afirmar com segurança que o modo linguístico é a estratégia de ensino que mais recebe atenção entre os(a) professores(as). Os conteúdos são comumente apresentados de forma linguística aos(às) estudantes e, da mesma forma, espera-se que os(as) estudantes respondam de maneira linguística aos professores. Os instrumentos didáticos de ensino são, em geral, o quadro-negro, os textos de apoio e a própria oralidade docente.

A rejeição pelo ensino tradicional costuma expressar-se com contundência, sobretudo por parte dos(as) professores(as) em formação. No entanto, apesar de todas as repulsas verbais, continua-se fazendo nas aulas de ciências praticamente o mesmo que há 60 anos, e a pedagogia tradicional segue viva e atuante nas escolas (GIL-PEREZ e CARVALHO, 2009; LIBÂNEO, 2013).

Apesar das críticas, é preciso ser cuidadoso para não rejeitar voluntariosamente 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, que engloba elementos importantes da aprendizagem (GIL-PEREZ e CARVALHO, 2009). Sua transformação exige o conhecimento claro de suas deficiências, e também a elaboração de um modelo alternativo igualmente coerente e de maior eficácia geral.

Embora a exposição oral como técnica de ensino ainda seja central nas aulas contemporâneas, é importante considerar que toda técnica é tecida e envolvida por determinados ideais educativos. Não é a técnica que deve definir o ideal educativo, mas o contrário. Assim, é possível usar o *datashow* sem ser tecnicista, da mesma forma que é possível ministrar uma aula expositiva sem ser tradicional (VEIGA e colab., 2013).

Saviani (2013) estabelece uma distinção interessante entre o que é tradicional e o que é clássico na educação. Segundo o autor, tradicional se refere ao passado, ao arcaico, ultrapassado, o que leva a reconhecer a validade de algumas críticas à pedagogia tradicional. No entanto, isso não pode diminuir a importância do elemento clássico na educação. Clássico é aquilo que resistiu ao tempo, e sua validade extrapola o momento em que ele foi proposto. Dessa forma, o clássico não deve ser confundido com o tradicional. Certas características e funções clássicas da escola não podem ser perdidas. Do contrário, acabamos invertendo o sentido da escola e considerando questões secundárias e acidentais como principais, deixando aspectos principais da escola para o plano secundário.

1.5 Para além da aula expositiva

Em uma sala de aula convencional, os(as) estudantes formam uma turma bastante heterogênea, e o método de ensino tradicional empregados na maioria das escolas está longe de promover um aprendizado ótimo para o(a) estudante (WOOD, 2009).

Cada professor(a) adota uma estratégia didática preferencial, geralmente porque é onde se sente mais confortável para atuar. Contudo,

diferentes estratégias e abordagens pedagógicas devem ser inseridas pelos(as) professores(as) em sala de aula e podem ter efeitos significativos na qualidade do aprendizado. Por esse motivo, é importante que os(as) professores(as) se apropriem de estratégias flexíveis para o ensino. Métodos alternativos podem ser tentativas de suprir necessidades variadas, estabelecendo um aprendizado significativo para o(a) estudante. Qualidades individuais em professores(as) e estudantes têm sido identificadas como um fator que exerce forte influência em suas capacidades e habilidades em criar oportunidades para que os(as) estudantes aprendam efetivamente (BACICH e MORAN, 2018; BALL e PERRY, 2009).

No livro *Novas tramas para as técnicas de ensino e estudo*, Veiga et al. (2013) destacam a importância de revisitar as técnicas de ensino, as quais envolvem os métodos de ensino e as tecnologias educativas. O ensino se move pelas técnicas, ou por meio delas é movido, com ou sem tecnologias educativas contemporâneas, como o *datashow* ou a internet.

Os métodos de ensino e as tecnologias educativas, os conteúdos, as possibilidades de avaliação, os objetos de ensino e as finalidades sociais são bastante diversificados. Diante dessa diversidade, o professor acaba fazendo escolhas, combinando o antigo e o novo, o tradicional e o moderno.

É importante identificar estratégias metodológicas efetivas onde os(as) professores(as) se sintam confortáveis para ensinar e que os(as) estudantes aprendam em um ambiente agradável e descontraído, trazendo avanços positivos para a educação. Da mesma forma, é vital que existam oportunidades para que os(as) estudantes possam desenvolver ainda mais suas potencialidades e fortalecer suas deficiências em cada área particular de inteligência (LASH, 2004).

Marzano e colab. (2008) também defendem a utilização de estratégias de ensino diferenciadas pelos(as) professores(as) em sala de aula, aumentando as possibilidades de melhorar o desempenho do(a) estudante.

Em estudos da década de 70 pesquisadores já afirmavam que o(a) professor(a), individualmente, pode ter um efeito poderoso em seus(suas) estudantes, mesmo que a escola, de modo geral, não tenha. Na década de 90, os pesquisadores também demonstraram que professores(as) individualmente podem ter uma profunda influência no desempenho da aprendizagem do(a)

estudante, mesmo em escolas relativamente ineficazes. Esses estudos indicam que um dos fatores mais importantes e que pode influenciar a aprendizagem do(a) estudante é o(a) professor(a). Professores(as) eficazes parecem ser eficazes com estudantes de todos os níveis de desempenho, independentemente do nível de heterogeneidade em suas classes (MARZANO e colab., 2008).

Marzano e colab. (2008) analisaram estratégias de ensino que poderiam ser usadas por professores(as) em sala de aula de educação infantil a ensino médio. Um dos principais objetivos desse estudo foi identificar estratégias de ensino com alta probabilidade de melhorar o desempenho de todos os(as) estudantes, em todas as disciplinas, em todas as séries.

A partir desse estudo, nove categorias de estratégias com forte efeito sobre o desempenho do(a) estudante foram estabelecidas:

1. Identificar semelhanças e diferenças
2. Resumir e fazer anotações
3. Reforçar o esforço e proporcionar reconhecimento
4. Lição de casa e prática
5. Representações não linguísticas
6. Aprendizagem cooperativa
7. Estabelecer objetivos e fornecer *feedback*
8. Gerar e testar hipóteses
9. Pistas, perguntas e organizadores avançados

No livro *Novas Tramas para as Técnicas de Ensino e Estudo*, Veiga e colab. (2013) também reúnem algumas técnicas de ensino à luz da pedagogia histórico-crítica:

1. Ensinar, aprender, pesquisar e avaliar com mapas conceituais
2. O ensino por meio da resolução de problemas
3. Aprendizagem baseada em problemas (PBL)

Marandino e colab. (2009) apresentam outras estratégias voltadas especificamente ao ensino da biologia:

1. Experimentação científica e o ensino experimental em ciências e biologia
2. As coleções escolares e o ensino de ciências e biologia
3. As atividades de campo e o ensino de biologia

4. Ciências biológicas, museus e educação
5. Mídia e ensino de biologia

Veselinovska e colab. (2011) comentam sobre a importância em melhorar a comunicação entre professores(as) e estudantes e destacam algumas estratégias efetivas para o ensino da Biologia Celular:

1. Leitura
2. Aulas práticas em laboratório
3. Trabalho em equipe
4. Utilização de estudos de caso
5. Discussões em grandes grupos
6. Elaboração de pôster
7. Uso de mapas conceituais

Percebe-se que, de modo geral, algumas propostas compartilham ideias semelhantes, principalmente com relação à necessidade de estimular o pensamento crítico dos(as) estudantes, possibilitar momentos para libertar seu poder criativo e proporcionar momentos para trabalhos cooperativos.

Embora as estratégias de ensino apresentadas sejam certamente bons instrumentos, não se deve esperar que funcionem igualmente bem em todas as situações. Quando se propõe revisitar as técnicas de ensino, é necessário considerar a faixa etária dos(as) estudantes nos diferentes níveis escolares e as mediações promovidas pelas diversas técnicas de ensino nas relações estabelecidas entre professores(as) e estudantes. Além disso, existem outros aspectos da pedagogia de sala de aula que estão relacionados com o desempenho do(a) estudante, além das estratégias de ensino usadas pelo(a) professor(a), como o próprio currículo escolar (VEIGA e colab., 2013).

1.5.1 Aprendizagem cooperativa

A aprendizagem cooperativa é uma alternativa ao método expositivo por simples transmissão de conteúdos (RANDI, 2011).

A cooperação pode levar a um maior envolvimento dos(as) participantes, enquanto a competição gera excluídos(as) e perdedores(as). Enquanto a competição normalmente gera tensão e desgaste nas relações interpessoais, a cooperação gera descontração e harmonia. 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 na sala de aula é uma proposta não apenas para a aprendizagem de conteúdos, mas que também contribui para a formação cidadã e para o mundo do trabalho. Uma sociedade onde todos(as) cooperam tende a produzir um futuro melhor que uma sociedade baseada na competição (RANDI, 2011).

A aprendizagem cooperativa pode contribuir com o(a) professor(a) no trabalho junto aos(às) estudantes em uma classe heterogênea. Segundo Marzano et al. (2008), existem cinco elementos principais que caracterizam a aprendizagem cooperativa:

1. Interdependência positiva. Randi (2011) cita a analogia de Rubem Alves (2002) entre uma partida de tênis e um jogo de frescobol, evidenciado de maneira lúdica as diferenças entre a competição e a cooperação;
2. Interação estimuladora face a face. Ao contrário das tradicionais carteiras enfileiradas, o trabalho em grupo pode favorecer o reconhecimento pelo esforço do colega, o elogio ao sucesso e o auxílio mútuo para a aprendizagem;
3. Responsabilidade individual e de grupo. O trabalho cooperativo pode permitir o reconhecimento das habilidades individuais e a oportunidade para externá-las, contribuindo cada um à sua maneira para o grupo;
4. Habilidades interpessoais e de pequeno grupo. Desenvolvimento de habilidades importantes no mundo atual, como comunicação, confiança, liderança, tomada de decisão e resolução de conflitos,
5. Processamento em grupo. Capacidade de refletir sobre o funcionamento do próprio grupo e propor formas de melhorar seu desempenho.

Diversos estudos demonstraram o aumento do rendimento dos(as) estudantes quando trabalham cooperativamente em sala de aula (HIJZEN e colab., 2007; TANNER e ALLEN, 2004).

Formas alternativas de ensino, como os trabalhos cooperativos, levam a uma aprendizagem ativa e mais consistente, favorecendo tanto estudantes de

melhor quanto de pior desempenho. Para tanto, em cada sala, os grupos não devem ser selecionados de acordo com competências, habilidades ou índices de rendimento dos(as) estudantes, pois os grupos não serão comparados a outros grupos, como seria em uma competição. Estudantes com baixa competência poderão ser auxiliados(as) por estudantes com altas competências, da mesma forma que os(as) estudantes com altas competências poderão estimular os outros e auxiliar o grupo a resolver eventuais problemas para se trabalhar de forma mais eficiente.

Marzano e colab. (2008) defendem que os grupos cooperativos devem ser mantidos em tamanhos pequenos. No caso de uma turma pequena, com cerca de 30 estudantes, é possível distribuir grupos de 5 ou 6 estudantes na sala, e fazer com que funcionem individualmente. No caso de uma turma grande, com 40 estudantes ou mais, e em uma sala que não permita a distribuição em grupos, é possível simplesmente aproximar os(as) estudantes e fazer com que cada grupo tome decisões em conjunto.

A aprendizagem cooperativa pode ser aplicada sistematicamente, mas, no caso de se tornar uma prática, a tarefas devem estar bem estruturadas e planejadas. Além disso, é recomendável alternar os grupos a fim de evitar que alguns(mas) estudantes se acomodem ou que outros(as) passem a dominar os(as) demais. Os grupos podem ser organizados por ordem alfabética, por sorteio, ou outro método criativo que pode inclusive partir dos(as) estudantes.

Grupos informais podem durar apenas alguns minutos, destinados ao cumprimento de determinada tarefa. Grupos formais garantem que os(as) estudantes tenham tempo suficiente para realizar tarefas mais complexas, que podem durar vários dias ou semanas.

É possível que os grupos percam rendimento com o passar do tempo, caso a aprendizagem em grupos informais, em atividades que duram a aula inteira, seja aplicada frequentemente. Os(As) estudantes podem precisar de um tempo sozinhos(as), para desenvolver seu raciocínio com tranquilidade, e esse momento de individualidade precisa ser respeitado (MARZANO e colab., 2008).

A aprendizagem cooperativa pode ser bastante flexível e eficaz. Os(As) professores(as) podem adaptar a aprendizagem cooperativa de várias

maneiras em muitas situações de aprendizagem diferentes (RODRIGUES, 2004).

Há a necessidade de se educar para além da sociedade do conhecimento, em que o ensino desenvolve não só a cognição, mas também a capacidade de se relacionar com as pessoas de forma cooperativa. Um ensino que vise a aprendizagem, mas também a comunicação e a cooperação entre estudantes e estudantes e professores(as), de modo a transferir para a vida social novas atitudes e valores nas relações humanas. Não é somente a utilização de tecnologias digitais que vai mudar o cenário, até porque falta acessibilidade a todos.

Nessa direção, surge a possibilidade das tecnologias educacionais independentes de eletricidade, dependentes de energia e vontade humana, dependentes de cooperação, como os jogos didáticos. Assim, é possível inovar e diversificar as práticas escolares sem a necessidade de grandes investimentos por parte da escola ou do(a) professor(a).

Muitas tecnologias educativas não foram criadas especificamente para a escola, mas tornaram-se escolares, uma vez que vieram a mediar os processos de ensino e aprendizagem. É o caso dos jogos didáticos, uma estratégia ainda pouco explorada, simplificada ou infantilizada, como ferramenta de ensino aprendizagem, mas que começa a ganhar espaço nas salas de aula (RANDI, 2011).

Naturalmente, o jogo já é um instrumento de ensino e de aprendizagem. Seres humanos e outros animais se utilizam de diversos jogos e brincadeiras durante seu desenvolvimento e convívio social para aprenderem. É possível identificar elementos básicos dos jogos nos comportamentos de animais, que são capazes de brincar entre si, muitas vezes de maneira muito semelhante aos homens. No livro *Homo ludens*, Huizinga (2005) aborda o jogo sob diferentes aspectos no sentido de conceituá-lo e demonstrar sua presença em praticamente tudo o que acontece no mundo, além da sua importância para o próprio surgimento e desenvolvimento da civilização.

Jogos e brincadeiras estão relacionados com o próprio processo de formação do ser humano. Segundo Huizinga (2005), o jogo está relacionando a alguma coisa que não é o próprio jogo, pois nele deve haver alguma espécie de finalidade biológica.

Dessa maneira, considerando a predisposição biológica dos indivíduos em jogar e a importância de se inserir novas ferramentas educacionais em sala de aula, justifica-se a proposta de utilizar o jogo como um instrumento pedagógico, onde o que se está em jogo é o próprio aprendizado.

Jogos cooperativos de representação, como o *Roleplaying Game* (RPG), podem ser desenvolvidos e adaptados aos conteúdos da disciplina, possibilitando abordagens interativas e diferenciadas dos conteúdos. São formas de aprimorar as relações entre professores e estudantes, favorecendo o relacionamento interpessoal ao trabalhar conteúdos de forma descontraída e prazerosa. Os(As) estudantes desenvolvem a ludicidade e a criatividade em um ambiente agradável e motivador, sendo estimulados(as) a participar espontaneamente das atividades (RANDI, 2011).

1.5.1.1 O RPG como atividade cooperativa

O RPG surgiu na década de 1970 nos EUA com o lançamento do jogo de fantasia *Dungeon & Dragons*® (D&D). Criado por Gary Gygax e Dave Arneson (1974), é considerado o primeiro jogo de RPG de mesa lançado no mercado.

Logo no primeiro parágrafo da Introdução do Livro do Jogador, que integra o *kit* introdutório do D&D, o RPG é apresentado como um jogo de *interpretação* e de *fantasia*, dois conceitos importantes que devem ser logo esclarecidos aos(às) futuros(as) jogadores(as):

> Este livro - juntamente com o restante do produto - será sua introdução ao RPG (Jogo de Interpretação) de Fantasia de Dungeons & Dragons®.

O RPG, sigla de ***R**ole**P**laying **G**ame* ou, traduzindo, “jogo de representação” ou “jogo de interpretação de papeis”, surgiu como evolução dos jogos de guerra, bastante influenciado pelos livros de J.R.R. Tolkien (autor de *O Hobbit* e da saga *O Senhor dos Anéis*, por exemplo) e espalhou-se rapidamente pelo mundo. No Brasil, o jogo se difundiu com a chegada das primeiras versões traduzidas e por meio da série de livros-jogos *Aventuras Fantásticas*, da Editora Marques Saraiva (HAYASHI, 2003). No Brasil, existem

inclusive publicações nacionais, como *O Desafio dos Bandeirantes*, lançado em 1992, que explora seres fantásticos do folclore brasileiro, como o Saci, a Iara, o Curupira e o Boitatá (PAVÃO, 2000).

1.5.1.1.1 Cenários

O D&D e o AD&D (*Advanced Dungeons & Dragons)*, uma evolução da primeira versão lançada em 1989, têm o objetivo explícito de serem jogos de imaginação, onde os(as) participantes interpretam personagens em um cenário medieval. Posteriormente, outras propostas foram lançadas, como *Gurps*, um RPG genérico que pode ser adaptado a diversos ambientes; *Vampiro*, que se passa em um cenário *punk* gótico; ou *Lobisomem*, um RPG de terror. No RPG existem alguns mundos clássicos sugeridos e, de acordo com o tema central, o(a) mestre irá organizar o enredo básico da aventura. Contudo, como é um jogo de produzir ficção, diversos ambientes podem ser criados ou adaptados para uma aventura (RODRIGUES, 2004).

1.5.1.1.2 Mestre

Tradicionalmente, a aventura é proposta por um(a) narrador(a) principal que assume o papel de mestre (RODRIGUES, 2004). O(A) mestre é o(a) árbitro(a) e principal responsável pela campanha, devendo ter total controle da direção principal a ser seguida. Deve estar atento(a) às características dos personagens e aos desafios que serão lançados. O(A) mestre tem a responsabilidade de envolver os(as) participantes, tornar a aventura atraente criando climas de tensão e perigo e garantir, ao mesmo tempo, a coerência da história. A aventura deve conter enigmas, charadas e situações que exigirão escolhas por parte dos(as) jogadores(as).

Além de pesquisar em livros próprios de RPG, muitas vezes o(a) mestre utiliza outras fontes para ampliar seu repertório, como livros de história, de geografia, gibis ou livros de ficção. Dessa forma, a aventura ganha em coerência e conteúdo, aumentando o envolvimento dos personagens.

Chung (2013) compara a atuação do mestre a de um diretor de um filme, descrevendo os cenários e informando aos(às) jogadores sobre as cenas e

suas características. Além disso, o(a) mestre também precisa jogar com todos os personagens não jogadores (*non-player characters*) que fazem parte do mundo imaginado e que irão interagir com os(as) jogadores(as) durante a aventura.

O(A) mestre inicia a campanha descrevendo uma situação que caracteriza o chamado para a aventura. A partir daí, os(as) jogadores(as) inserem seus personagens e o(a) mestre conduz a narrativa a partir das ações realizadas. Muitas ações dependem do auxílio de dados ou das características dos personagens, que definirão se a ação foi bem sucedida ou não. Os(As) mestres também podem utilizar recursos adicionais para melhor expressar situações ou ideias, como mapas, miniaturas e imagens.

1.5.1.1.3 Personagens

Os personagens são interpretados por um grupo de jogadores(as) que desenvolvem suas habilidades de acordo com as regras estabelecidas. Cada jogador(a) constrói seu personagem escolhendo seu perfil psicológico, habilidades físicas e intelectuais, e até mesmo suas deficiências. Muitas vezes, os(as) jogadores(as) desenham o próprio personagem e dramatizam sua atuação ao ponto de adotar posturas, expressões faciais, gestos e vozes para melhor caracterização. Os(As) jogadores(as) incorporam a função do personagem e então o guiam pela aventura, tendo autonomia para tomar decisões e interagir com outros(as) jogadores(as) e personagens durante a história.

Uma aventura é melhor desenvolvida em grupos de 3 ou mais pessoas (CHUNG, 2013; PAVÃO, 2000). Grupos muito pequenos podem exigir muito da narrativa do mestre, pois as contribuições dos jogadores podem ser menores ou menos diversificadas. Grupos muito grandes também podem dificultar a participação dos(as) jogadores(as) e a atenção do(a) mestre aos personagens, além de dificultar o roteiro central da aventura pelo grande número de contribuições diferenciadas. Um grupo ideal permite que os(as) jogadores(as) participem ativamente da aventura, com a atenção adequada do(a) mestre e com foco nos objetivos principais da narrativa.

1.5.1.1.4 Regras

Embora seja um jogo de fantasia compartilhada que envolve a imaginação individual, o RPG é guiado por algumas regras básicas (CHUNG, 2013). De fato, o RPG exige a leitura de um (ou mais) livro de regras. Em geral, os livros são relativamente volumosos e complexos, repletos de descrições de mundos fantásticos e orientações para a elaboração dos personagens e para a construção da aventura (PAVÃO, 2000). O respeito às regras é fundamental, pois é condição essencial para a manutenção do jogo (CHUNG, 2013; RODRIGUES, 2004). O interessante é que o regulamento pode ser adaptado de acordo com os objetivos ou de acordo com as características do grupo. As regras mais importantes para a realização e uma aventura dizem respeito à elaboração das fichas dos personagens e à definição das ações pelos(pelas) jogadores(as).

Apesar da expectativa sobre o lançamento do D&D, em meados de 1974, e de ser um jogo voltado a jogadores(as) familiarizados com jogos de guerra, suas regras mostraram-se complexas para iniciantes. Isso fez com que os(as) jogadores(as) e mestres começassem a criar suas próprias regras, de acordo com suas próprias necessidades. Dessa forma, os(as) jogadores(as) se viram livres das amarras das regras e pudessem criar suas regras, de acordo como fosse melhor para cada grupo de jogadores(as) (SILVA, 2008).

O(A) mestre pode privilegiar a atuação e a interpretação, utilizando menos os dados. Dessa forma, há menos “burocracias” e regras e mais interpretação e envolvimento com o personagem e com a história.

Por ser um jogo de interpretação de papéis jogado a partir da imaginação e fantasia, as possibilidades são ilimitadas. Em praticamente todos os livros de regras de RPG, existe uma regra específica que é igual para todos os sistemas, chamada a regra de ouro. A regra de ouro diz que, para o bom andamento do jogo, se deve desconsiderar qualquer regra escrita que esteja atrapalhando ou confundindo os(as) jogadores(as).

1.5.1.1.5 Fichas dos personagens e definição de ações

Geralmente, antes do início de uma aventura, os(as) jogadores(as) elaboraram uma “ficha técnica” para definir as características gerais de seu personagem. Essa ficha permite que o jogador distribua determinado número de pontos entre as habilidades ou atributos de seu personagem. Esses pontos irão determinar o perfil físico ou psicológico do personagem e as ações tomadas pelos jogadores ao longo da aventura. Por exemplo, o(a) mestre pode informar que os jogadores têm 15 pontos iniciais que devem ser distribuídos entre os atributos e perícias: força (potência física), constituição (saúde, vigor e energia vital), destreza (coordenação, agilidade e equilíbrio), inteligência (aprendizagem e raciocínio), sabedoria (bom senso, disciplina e empatia) e carisma (personalidade e liderança). Se o jogador escolher montar um personagem que será um “bárbaro”, deve priorizar os itens força, constituição e destreza. Caso o(a) jogador(a) queira jogar com um “mago”, deve distribuir mais pontos em inteligência e sabedoria. Um maior número de pontos em determinado atributo irá facilitar a realização das ações que dependem dessas habilidades.

O(A) jogador(a) que representa um personagem tem a liberdade para tomar decisões que, a princípio, não podem sofrer interferência do(a) mestre. Contudo, as consequências das ações ficam a cargo do(a) mestre ou das regras estipuladas no jogo. Por exemplo, em determinado momento da campanha, o personagem pode se deparar com um penhasco que se coloca entre ele e seu objetivo. Quem decide se o personagem vai tentar saltar ou procurar um caminho alternativo é o(a) próprio(a) jogador(a). A seguir, o(a) mestre anuncia as consequências das ações de acordo com as regras do jogo. Se o personagem é um humano e quer tentar voar, o mestre simplesmente comunica que isso não será possível: o personagem vai morrer ou, no mínimo, sair muito machucado da empreitada. Como decidir se a ação foi bem sucedida ou não? E qual a extensão da lesão causada ao(à) jogador(a) em caso de uma queda? Nesses momentos, as regras preestabelecidas são importantes. O(A) jogador(a) pode, por exemplo, lançar dados (para criar uma situação de aleatoriedade) e, a partir do resultado desse lançamento, obter ou não sucesso na tentativa. Os resultados dependem das características dos personagens e dos pontos que foram previamente atribuídos a determinadas características e habilidades nas fichas dos personagens. Nesse exemplo, um personagem com

maior força e destreza provavelmente se sairá melhor do que um que possua apenas carisma e sabedoria.

1.5.1.1.6 Duração

A duração da partida pode variar de acordo com o grupo. Uma aventura pode ser adaptada para ter a duração de vários meses, semanas, dias ou até mesmo poucas horas (CHUNG, 2013; PAVÃO, 2000). Uma aventura de RPG pode ser adaptada para uma aventura solo ou para uma campanha. É possível organizar uma aventura solo de curta duração, com objetivos claros e uma conclusão. Conquistado o objetivo, a aventura termina. Uma campanha envolve várias aventuras e possibilita maior crescimento e evolução dos personagens e do(a) próprio(a) jogador(a) que o interpreta.

1.5.1.1.7 Materiais necessários

O RPG é, essencialmente, um jogo jogado verbalmente. As atividades e ações se passam sempre na imaginação dos(as) jogadores(as) e não são necessários espaços ou acessórios especiais.

Caso os(as) jogadores(as) já possuam um conhecimento razoável das regras do jogo, o RPG não exige grandes investimentos: um conjunto de dados diversos para determinar os resultados das ações pretendidas pelos jogadores, caneta/lápis e papel para anotação das características dos personagens e de eventuais danos ou benefícios ocorridos durante a partida. O(A) mestre pode utilizar livros, mapas ou outras imagens para ilustrar situações durante a aventura. Para jogadores(as) iniciantes, é interessante adquirir um livro de regras (CHUNG, 2013).

Os dados utilizados no RPG definem as ações aleatórias e, de acordo com o sistema de jogo ou a probabilidade da ação são utilizados dados de quatro, seis, oito, dez, doze e vinte faces (SILVA, 2008).

1.5.1.1.8 RPG e educação

No Livro do Jogador, que integra o *kit* introdutório do D&D, os autores já previam que o jogo poderia servir de inspiração para o desenvolvimento de jogos de computadores ou consoles de videogames. O que os autores talvez não tenham previsto é a utilização do jogo para fins didáticos.

No Livro do Mestre, que também integra *kit* introdutório do D&D, existe um quadro bastante interessante denominado *Regras que o mestre deve seguir*. O quadro traz algumas dicas importantes sobre a condução do jogo e realça muitos dos objetivos do RPG:

> **Na dúvida invente!** É melhor manter o jogo andando do que parar a diversão de todos para discutir uma regra.
> **Não se trata de uma competição.** O mestre nunca joga contra os personagens dos jogadores. Ele existe para controlar os monstros, aplicar as regras e manter a história fluindo.
> **A história não é do mestre.** É de todo o grupo. Deixe que os jogadores contribuam com a história por meio das ações dos personagens. *Dungeons & Dragons*® brinca com a imaginação, trata da união entre os jogadores que contam uma história como um grupo. Deixe-os participar da narração.
> **Não tenha favoritos.** Todo personagem deve ter a chance de brilhar. Se alguns jogadores estiverem e sentindo desconfortáveis ao representar seus personagens, tente estimulá-los, sempre perguntado o que estão fazendo.
> **Seja justo.** Use os poderes de Mestre somente para o bem. Trate as regras e os jogadores de maneira justa e imparcial. Assim todos se divertirão.
> **Preste atenção.** Olhe sempre ao redor da mesa para ver se o jogo está indo bem. Se todos estiverem se divertindo, relaxe e aproveite. Se a diversão diminuir, talvez seja a hora de fazer um intervalo ou você pode tentar acelerar um pouco o ritmo da aventura.
> **Divirta-se.** *Dungeons & Dragons*® foi feito para ser divertido. Todos deveriam estar na mesa para desfrutarem de uma ótima experiência e todos devem estar prontos para contribuir com a diversão dos demais.

Se os parágrafos anteriores forem lidos novamente, agora sob a ótica de um(a) professor(a), é possível fazer diversas analogias com o cotidiano escolar. Uma aula deve fluir, e nada impede que ela também seja uma atividade divertida e prazerosa. Os(As) estudantes devem ir à escola para desfrutarem de uma ótima experiência. O(A) professor(a) está do lado dos(as) estudantes e não deve priorizar apenas alguns, principalmente aqueles(as) com melhor desempenho. A aula é de todo o grupo; todos(as) os(as) estudantes podem e devem contribuir. Mesmo em aulas expositivas tradicionais, o(a) professor(a) deve estimular a participação dos(as) estudantes. Todo(a) estudante deve ter a chance de brilhar. Se o aprendizado for significativo e estiver inserido no contexto do(a) estudante, ele(a) poderá contribuir com exemplos, experiências pessoais ou questionamentos interessantes. O(A) professor(a) deve ser imparcial, a avaliação deve ser justa. O(A) professor(a) deve ser um(a) professor(a) do bem, prestando atenção à sala e observando as reações dos(as) estudantes. O(A) professor(a) deve estimular os(as) estudantes, fazendo um intervalo ou acelerando o ritmo, divertindo-se também e repensando constantemente suas ações docentes.

Quando esse potencial do RPG foi percebido, professores(as) de diversas áreas começaram a se apropriar do RPG como instrumento educativo.

Sônia Rodrigues defendeu a primeira tese de doutorado sobre a utilização do RPG como ferramenta educacional em 1997. A tese foi adaptada para o livro *Roleplayng Game e a Pedagogia da Imaginação no Brasil*, lançado em 2004, e discute possíveis caminhos a serem trilhados em pesquisas futuras para identificar até que ponto o RPG vinha contribuindo para algo semelhante ao que Ítalo Calvino denominou de “Pedagogia da Imaginação” (CALVINO, 1990; RODRIGUES, 2004).

Em 2011, Randi defendeu a primeira tese de doutorado utilizando o RPG especificamente para o ensino e aprendizagem da Biologia Celular no ensino superior (RANDI, 2011). No trabalho, Randi demonstra ser possível a transposição das aventuras para o cenário da Biologia Celular.

Embora os objetivos iniciais do RPG sejam o divertimento e a interação com outras pessoas, os trabalhos demonstram que também o RPG pode facilitar o processo de ensino e aprendizagem. É importante perceber a

diferença conceitual entre afirmar que "o jogo é a não seriedade" e "o jogo não é sério".

1.5.2 Representações não linguísticas

No livro *Seis propostas para o novo milênio*, Italo Calvino (1990) cita trechos do livro *A Divina Comédia*, de Dante Alighieri, para definir o que é imaginação:

> *Ó imaginativa que por vezes*
> *tão longe nos arrasta, e nem ouvimos*
> *as mil trombetas que ao redor ressoam;*
> *que te move, se o senso não te excita?*
> *Move-te a luz que lá no céu se forma*
> *por si ou esse poder que a nós te envia.*

Para Calvino (1990), a imaginação tem o poder de nos arrastar longe, de se impor

> *às nossas próprias faculdades e à nossa vontade, extasiando-nos num mundo interior e nos arrebatando ao mundo externo.*

Se a imaginação e a criatividade são ignoradas e não são capazes de nos excitar, o que nos move?

Calvino (1990) descreve as visões que se apresentam ao personagem (o próprio Dante) quase como “projeções cinematográficas ou recepções televisivas num visor”:

> *(...) o poeta deve imaginar visualmente tanto o que seu personagem vê, quanto aquilo que acredita ver, ou que está sonhando, ou que recorda, ou que vê representado, ou que lhe é contado, assim como deve imaginar o conteúdo visual das metáforas de que serve precisamente para facilitar essa evocação visiva. O que Dante está procurando definir será, portanto, o papel da imaginação na Divina Comédia, e mais precisamente a parte visual de sua fantasia, que precede ou acompanha a imaginação verbal.*

A Biologia Celular é uma matéria que envolve conceitos extremamente abstratos para o(a) estudante, pois a grande maioria dos objetos estudados

está abaixo do limite de resolução do olho humano. O(A) estudante é como a personagem de Dante em sua viagem, devendo ser capaz de imaginar visualmente o que o(a) professor(a) apresenta para que objeto de estudo se torne real. Em outras palavras, o(a) estudante deve ser capaz de visualizar o que o seu(sua) professor(a) vê. Para isso, é importante proporcionar meios para facilitar essa evocação visiva.

Calvino (1990) diferencia dois tipos de processos imaginativos: o que parte da palavra para chegar à imagem visiva e o que parte da imagem visiva para chegar à expressão verbal. Essas duas definições podem ser transpostas ao cotidiano escolar, já que para o(a) professor(a) o(a) estudante deve ser capaz de imaginar e projetar imagens do que está sendo exposto verbalmente, e também, deve ser capaz de descrever as imagens que lhe são apresentadas. Para o(a) professor(a), o processo é igualmente semelhante e importante. O(A) professor(a) deve ser capaz de formar imagens a partir dos textos escritos, visualizando-as mentalmente, e, a partir de então, verbalizar as explicações aos(às) seus(suas) estudantes.

Dessa maneira, fica evidente que a imaginação pode estar relacionada ao processo de produção do conhecimento científico. A partir do momento em que uma imagem adquire certa nitidez, desenvolve-se uma história, e as imagens revelam os conteúdos que trazem dentro de si. Contudo, Rodrigues (2004) cita que falta em nossa sociedade um projeto pedagógico voltado à imaginação, o que a autora denominou de “pedagogia da imaginação”.

Na Biologia Celular, o ponto de partida geralmente é um enunciado extraído do discurso científico, e é desse enunciado conceitual que deve nascer o jogo de imagens visuais. Metodologias diferenciadas podem permitir a utilização da imaginação e da criatividade, estimulando diferentes sentidos nos(as) estudantes, que passam a enxergar os conteúdos sob uma nova perspectiva.

A imaginação e a criatividade estão diretamente relacionadas com as representações não linguísticas. A geração de imagens mentais e a criação de representações gráficas podem ser aliadas poderosas quando acompanham uma informação.

As representações não linguísticas são formas alternativas para a apresentação de determinadas informações. Enquanto o modo linguístico tem

uma natureza semântica, as representações gráficas, que Marzano e colab. (2008) denominam de *modo imaginário*, são expressas como imagens mentais ou mesmo sensações físicas, como olfato, paladar, tato, associações cinestésicas e som. Quanto mais os dois sistemas forem estimulados, linguístico e não linguístico, maior será a capacidade de correlacionar conteúdos e, assim, aprender significativamente.

Diversas atividades podem produzir representações não linguísticas e estimular a criatividade dos(as) estudantes. Marzano e colab. (2008) indicam atividades que podem melhorar o desempenho das representações não linguísticas e, consequentemente, melhorar o entendimento dos conteúdos:

- Criação de representações gráficas;
- Confecção de modelos físicos;
- Geração de imagens mentais;
- Elaboração de desenhos e pictogramas;
- Envolvimento em atividades cinestésicas.

As representações não linguísticas possibilitam representar e compreender estruturas simples e complexas, explorando ao mesmo tempo habilidades e potencialidades dos(as) estudantes. De modo geral, 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(a) estudante transforma em concreto o que antes era abstrato, favorecendo a articulação entre teoria e prática e a construção de relações significativas.

Para a Biologia Celular, a necessidade da formação de representações não linguísticas é particularmente importante, tendo em vista as especificidades da matéria.

1.5.2.1 Confecção de modelos físicos e elaboração de desenhos: Modelagem

Modelos são ferramentas que ajudam a compreender determinados fenômenos, permitindo analisar estruturas ou eventos que não poderiam ser vistos ou que seriam observados com muita dificuldade (MARTINI, 2015).

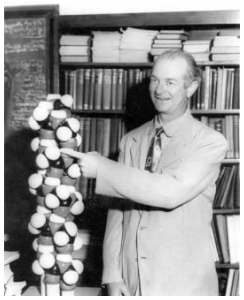
Modelos científicos são representações de fenômenos naturais ou de processos criados pela comunidade científica com o objetivo de retratar algum

aspecto da realidade. Ao representarem, mesmo que parcialmente, um objeto, evento, processo ou ideia, os modelos facilitam a visualização e a elaboração de explicações sobre determinado assunto. Modelos como diagramas, gráficos, esquemas, desenhos, construção de objetos tridimensionais ou simulações computadorizadas podem ser desenvolvidos com a finalidade de reproduzir parte de uma realidade que, em geral, não poderia ser observada diretamente por meio dos sentidos (FERREIRA e colab., 2013).

Pesquisadores(as) constroem modelos em todos os ramos da ciência, um processo inerente ao sistema cognitivo humano na tentativa de compreender o universo que o cerca (IWASA, 2010).

Na Biologia, modelos físicos têm desempenhado um papel importante nas descobertas científicas. Linus Pauling, por exemplo, relata que idealizou a estrutura da alfa hélice enquanto estava doente na cama, com um resfriado. Entediado, desenhou um esqueleto polipeptídico em uma folha de papel e começou a dobrar a folha, eventualmente criando uma estrutura helicoidal (figura 1).

FIGURA 1 - Linus Pauling aponta o modelo da alfa-hélice.



FONTE: Pauling (1954).

Conforme o próprio Linus Pauling descreve no artigo *The Discovery of the Alpha Helix* (PAULING, 1982):

> *I asked my wife to bring me pencil and paper, and a ruler. By sketching a polypeptide chain on a piece of paper and folding it along parallel lines, I succeeded in finding two structures that satisfied the assumptions. One of the structures was the alpha helix* (...).[2]

[2] Pedi à minha esposa que me trouxesse lápis e papel, e uma régua. Ao esboçar uma cadeia de polipeptídio em um pedaço de papel e dobrá-lo ao longo de linhas paralelas, consegui encontrar duas estruturas que satisfizessem os pressupostos. Uma das estruturas foi a alfa-hélice (...).

Em Biologia Molecular, o clássico modelo da dupla hélice, proposto por Watson e Crick em 1953, foi apresentado na forma de um modelo tridimensional feito com pedaços de alumínio e ferro, expressando a estrutura da molécula de DNA e demonstrando como cada componente poderia se encaixar no quebra-cabeça (figura 2) (FERREIRA e colab., 2013).

FIGURA 2 - Watson e Crick posam ao lado do modelo que acabou se tornando clássico em biologia celular e molecular.

FONTE: Aguiar (2005).

A partir dos resultados de estudos anteriores, esses investigadores construíram um modelo da molécula de DNA que estava de acordo com os dados conhecidos previamente e que poderia explicar seu papel biológico. Embora muitos investigadores estivessem interessados em descobrir a estrutura da molécula de DNA, Watson e Crick foram os primeiros a conseguir êxito (LEVÍN, 2011).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio citam a importância em trabalhar com o(a) estudante no sentido de ele perceber que a estrutura de dupla hélice do DNA é um modelo construído a partir dos conhecimentos sobre sua composição (BRASIL, 2000).

Para LeClair (2003), os modelos tridimensionais (3D) efetivamente transmitem a complexidade espacial de formas naturais. Os(As) estudantes constantemente veem representações da natureza em duas dimensões (2D), seja em uma página impressa, uma tela de computador ou em uma lâmina de microscópio. As representações em 2D também estão presentes nos livros didáticos, o que pode dificultar a interpretação de determinados conteúdos, como os da Biologia Celular, por exemplo. A habilidade do raciocínio espacial

dos(as) estudantes e a correspondência entre a visão 2D e 3D é muito importante para a compreensão de diversas disciplinas.

Os modelos físicos são representações concretas do conhecimento no qual o(a) estudante está tendo contato. A construção de modelos físicos envolve a manipulação de materiais, exige a capacidade de visualização tridimensional e pode auxiliar a na formação de representações concretas do tema. A construção de modelos 3D permite a visualização dos conteúdos de forma diferenciada e pode envolver estudantes que possuem essa aptidão visual e artística (MARZANO e colab., 2008).

Em Biologia Celular, figuras modelo também podem embasar a compreensão conceitual de um processo (IWASA, 2010). No célebre artigo *The Fluid Mosaic Model of the Structure of Cell Membranes*, proposto por Singer e Nicolson em 1972, desenhos esquemáticos são utilizados para representar as interações entre as moléculas constituintes da membrana (figura 3).

FIGURA 3 - À esquerda, desenho esquemático da bicamada de fosfolipídios. À direita, visão tridimensional da matriz lipídica com proteínas globulares associadas.

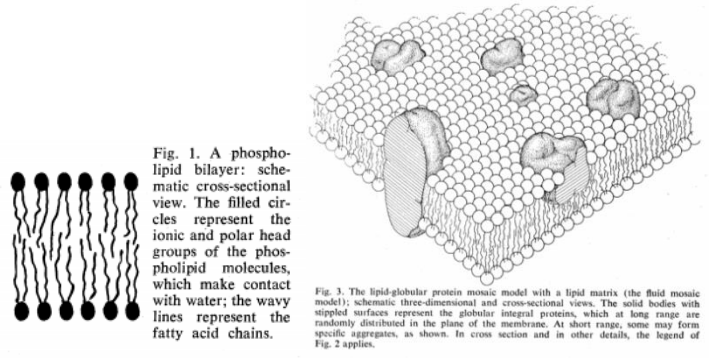


Fig. 1. A phospholipid bilayer: schematic cross-sectional view. The filled circles represent the ionic and polar head groups of the phospholipid molecules, which make contact with water; the wavy lines represent the fatty acid chains.

Fig. 3. The lipid-globular protein mosaic model with a lipid matrix (the fluid mosaic model); schematic three-dimensional and cross-sectional views. The solid bodies with stippled surfaces represent the globular integral proteins, which at long range are randomly distributed in the plane of the membrane. At short range, some may form specific aggregates, as shown. In cross section and in other details, the legend of Fig. 2 applies.

FONTE: Singer & Nicolson (1972).

A representação da ciência deve ser atrativa para o público. No artigo *The power of the "pretty picture"*, Frankel (2004) destaca a importância das imagens para o processo de compreensão de determinados conteúdos na ciência e a importância da representação visual dos resultados com imagens mais acessíveis e comunicativas ou outras formas de representações científicas visuais. De maneira geral, as imagens são negligenciadas, e os(as) leitores(as) são rapidamente conduzidos para fórmulas ou gráficos tons de cinza.

Para Frankel (2004), a expressão visual na pesquisa é uma via poderosa de comunicação na ciência. É possível que uma imagem, ilustração ou diagrama seja altamente atraente e empolgante e contenha grande quantidade de informações. Uma imagem bonita em ciências não é mera decoração, mas algo que revela a beleza e o conteúdo que está ali. Ensinar a próxima geração de pesquisadores(as) a representar visualmente seus resultados pode ter um profundo efeito no avanço da comunicação e compreensão da ciência. Dessa forma, é importante desenvolver atividades que estimulem as representações não linguísticas no ambiente escolar.

A elaboração de desenhos ou cartazes durante as aulas podem estimular os(as) estudantes a utilizarem diferentes habilidades durantes as aulas, expressando sua visão e seu raciocínio de acordo com os conteúdos que se desenvolvem (VESELINOVSKA e colab., 2011).

A construção de modelos é fundamental no processo de pesquisa científica e está no centro de qualquer teoria. No ensino de ciências, *modelos de ensino* são frequentemente usados por autores(as) de livros didáticos e professores(as) com o objetivo específico de auxiliar os(as) estudantes a entenderem algum aspecto do que se deseja ensinar (FERREIRA, 2006).

Marzano e colab. (2008) afirmam que trabalhar com representações não linguísticas do conhecimento com os(as) estudantes é uma estratégia de ensino eficiente e que pode melhorar o processo de compreensão dos conteúdos. Dentre as atividades sugeridas pelos autores estão a criação de representações gráficas, a construção de modelos físicos e o envolvimento em atividades cinestésicas.

Os modelos didáticos utilizados em sala de aula têm a função de facilitar a transposição dos modelos científicos consensuais para o contexto escolar (FERREIRA e colab., 2013). Os Parâmetros Curriculares Nacionais indicam a necessidade de se romper com modelos tradicionais e de tornar o conhecimento científico aplicável ao cotidiano do(a) estudante. Para tal, sugerem a utilização de novas abordagens e estratégias facilitadoras da aprendizagem, incluindo o uso de analogias e modelos (BRASIL, 2000).

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) orientam quanto às competências e habilidades gerais a serem desenvolvidas em Biologia, dentre

as quais está apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico apreendido, através de textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas e maquetes (BRASIL, 2002).

Os modelos de ensino podem ser importantes para influenciar a formação de representações consistentes com os modelos científicos atuais. As atividades de modelagem ajudam a promover um entendimento que vai além da memorização de fatos e informações e tende a favorecer o desenvolvimento de um conhecimento flexível e crítico que pode ser aplicado e transferido para diferentes situações e problemas (KRAUSE, 2012).

Logicamente, os modelos têm suas limitações. Um modelo consegue demonstrar a estrutura da molécula de maneira estática. No entanto, um processo de desdobramento ou duplicação, por exemplo, necessitaria de um modelo dinâmico que servisse para ilustrá-lo. Enquanto representação, um modelo não consegue abarcar todos os aspectos associados a uma realidade complexa. Ao trabalhar com analogias e comparações, é importante estabelecer não só as semelhanças entre o objeto e o conceito científico em questão, mas também as diferenças entre eles (IWASA, 2010).

1.5.3 Aprendendo e avaliando com mapas conceituais

Um mapa conceitual é uma representação gráfica construída a partir de elementos conceituais que formam redes e comunicam ideias complexas, através de relações associativas, causais ou temporais. É uma representação essencialmente cognitiva e lógica que permite organizar e apresentar de forma coerente e visual o conhecimento sobre determinados conteúdos, integrando conhecimentos anteriores ou novos e estimulando o pensar criativo (VEIGA e colab., 2013).

A representação visual tem o objetivo de facilitar a percepção sobre os conteúdos, indicando a organização lógica dos componentes cognitivos. Na construção de um mapa conceitual, combina-se o modo linguístico, já que pode utilizar palavras e expressões, e o modo não-linguístico, utilizando símbolos e setas para representar relações. A elaboração de mapas conceituais permite estabelecer, de maneira flexível, relações abertas entre argumentos e elementos, possibilitando a criação de uma rede de diálogos e o

estabelecimento de relações significativas ou de maior hierarquia que se entrelaçam ou se estruturam com as proposições (MARZANO e colab., 2008).

Para Veiga e colab. (2013), o processo de construção de um mapa conceitual é mais importante que o próprio produto, pois, de maneira geral, envolve a percepção, a compreensão, a criatividade e o desenvolvimento do senso crítico.

Os mapas conceituais permitem compreender o processo didático em suas várias dimensões: ensinar, aprender, pesquisar e avaliar, podendo ser empregados como uma dupla estratégia didática: como técnica de ensino e de aprendizagem e como técnica de investigação e avaliação. A concepção da técnica tem evoluído muito e pode ser utilizada em todos os níveis e modalidades de ensino (VEIGA e colab., 2013).

Como ferramenta avaliativa, os mapas conceituais constituem uma ferramenta interessante para a avaliação e autoavaliação, pois evidenciam o conhecimento adquirido, a capacidade organizativa, as habilidades cognitivas, a profundidade da elaboração e a aprendizagem. É possível perceber o conhecimento e o significado que cada estudante atribui a determinados conteúdos, evidenciando suas experiências, pesquisas, dados marcantes e emoções. Os mapas conceituais permitem que o ensino, a aprendizagem, a pesquisa e a avaliação sejam realizados de forma coletiva e dialógica.

Os mapas conceituais são excelentes instrumentos de avaliação qualitativa por sua capacidade de evidenciar a individualidade da aprendizagem, o estado do conhecimento representado pelos(as) estudantes, bem como detectar fragilidades das aprendizagens. É possível analisar a coerência, a profundidade, as relações, a organização, a clareza das ideias, e outros definidos pelo(a) professor(a) de acordo com seus objetivos.

Novak (2003) comparou mapas conceituais elaborados por estudantes de biologia para analisar o conhecimento sobre células no início e no final do semestre. O mapa conceitual desenvolvido pelos(as) estudantes no início do semestre mostrou equívocos e integrações limitadas entre os conceitos. No final do semestre, houve grande aumento na organização do conhecimento e na compreensão dos conceitos sobre células, demonstrando enorme desenvolvimento da estrutura cognitiva dos(as) estudantes ao longo do período letivo.

Randi (2011) também utilizou mapas conceituais para avaliar o aprendizado dos(as) estudantes participantes nos grupos experimentais de seu trabalho. Foi possível analisar como as equipes organizaram os conceitos relacionados aos conteúdos abordados, através do estudo das variações da complexidade dos mapas, da presença ou ausência dos conceitos abordados e de suas correlações.

No livro *Diversificar é preciso: instrumentos e técnica de avaliação de aprendizagem*, Depresbiteres e Tavares (2009) sugerem a utilização de mapas conceituais como instrumentos de avaliação. Os mapas conceituais podem auxiliar na análise do conhecimento prévio do(a) estudante, como ferramenta diagnóstica da avaliação, e também para investigar mudanças na sua estrutura cognitiva ao longo do processo de aprendizagem. Dessa forma, o mapa conceitual é usado como estratégia de avaliação formativa da aprendizagem, pois é possível verificar os conceitos que foram apropriados, e como o(a) estudante hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra conceitos de determinado assunto ou disciplina. Contudo, as autoras alertam para que o mapa conceitual não seja o único instrumento de avaliação e também sobre a importância em se estabelecer critérios que possibilitem sua análise de maneira adequada.

Os mapas conceituais podem ser elaborados manualmente, ou a partir de programas gratuitos disponíveis na internet, como o *Cmap Tools*®, por exemplo, desenvolvido pelo *Institute for Human and Machine Cognition* (IHMC) (http://cmap.ihmc.us). Os recursos tecnológicos incentivam a criatividade e a pesquisa, facilitando a construção, modificação e organização dos mapas conceituais.

1.6 Uma maneira de olhar a diversidade: A Teoria das Inteligências Múltiplas

Considerar que existem diferentes interesses e habilidades nos(as) estudantes que constituem uma sala de aula conduz a uma nova visão da educação, uma educação centrada no indivíduo. Nessa proposta, o(a) professor(a) deve conhecer seus(suas) estudantes para delinear suas ações didáticas. Esse planejamento deve envolver metodologias para apresentar e

discutir os conteúdos, como também o emprego de diferentes instrumentos para avaliação dos conhecimentos. Uma escola centrada no indivíduo privilegiaria a avaliação das capacidades individuais, procurando adequar os indivíduos às áreas curriculares específicas, através de maneiras particulares de ensinar determinados assuntos (GARDNER, 1995; LABURÚ e colab., 2003).

De maneira geral, as metodologias utilizadas pelos(as) professores(as) em sala de aula privilegiam essencialmente as habilidades lógicas e verbais. Mas se antes as habilidades em testes lógicos eram associadas ao sucesso profissional, o mundo do trabalho necessita atualmente do desenvolvimento de habilidades como criatividade, relacionamento interpessoal e capacidade de se trabalhar em grupo, cooperativamente. O(A) professor(a) pode ser um mediador no sentido de auxiliar o(a) estudante a desenvolver melhor suas habilidades, permitindo que os(as) estudantes utilizem e demonstrem seus potenciais de outras formas, revelando talentos em outras áreas (STRAUSS e GARDNER, 2013).

Com a publicação de Estruturas da Mente, em 1983, Gardner propôs uma visão mais abrangente do pensamento humano e do conceito de inteligência.

A teoria das inteligências múltiplas foi proposta no livro *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, em 1983 (GARDNER, 1983). No Brasil, a obra foi publicada em 1994 com o título *Estruturas da Mente: a Teoria das Inteligências Múltiplas* (GARDNER, 1994).

A Teoria das Inteligências Múltiplas movimentou o campo da psicologia cognitiva ao ultrapassar a noção comum de inteligência como capacidade ou potencial geral que cada ser humano possui, em maior ou menor extensão, e ao questionar a suposição de que a inteligência possa ser medida por instrumentos verbais padronizados como testes de respostas curtas realizados com papel e lápis.

Gardner considera que é necessário incluir um conjunto muito mais amplo e mais universal de competências do que comumente se considerou e, nesse sentido, redefiniu o conceito de inteligência como sendo a habilidade de

resolver problemas ou criar produtos de valor em uma determinada cultura ou sociedade[3].

Gardner indica no capítulo inicial de seu livro:

> (...) que há evidências persuasivas para a existência de diversas competências intelectuais humanas *relativamente autônomas* abreviadas daqui em diante como "inteligências humanas". Estas são as "estruturas da mente" do meu título. A exata natureza e extensão de cada "estrutura" individual não é até o momento satisfatoriamente determinada, nem o número preciso de inteligências foi estabelecido. Parece-me, porém, estar cada vez mais difícil negar a convicção de que há pelo menos algumas inteligências, que estas são relativamente independentes umas das outras e que podem ser modeladas e combinadas numa multiplicidade de maneiras adaptativas por indivíduos e culturas" (GARDNER, 1994).

Usando essa abordagem, Gardner identificou diferentes formas de inteligência que estariam presentes em todas as pessoas, em menor ou maior grau, propondo originalmente sete diferentes tipos de inteligências que podem ser associadas com determinadas competências, habilidades ou capacidades para resolver diferentes tipos de problemas:

1) **Inteligência Linguística**: Caracteriza-se pela facilidade em usar as palavras de forma efetiva. Inclui a habilidade no uso da sintaxe, semântica e fonética. 2) **Inteligência Lógico-Matemática**: Capacidade de trabalhar com números e de raciocinar adequadamente. Inclui a sensibilidade a interpretar esquemas e relações lógicas, afirmações e proposições. 3) **Inteligência Espacial**: Permite perceber imagens externas e internas, produzir ou decodificar informações gráficas e em três dimensões 4) **Inteligência Musical**: Capacidade de perceber, discriminar, transformar e expressar as formas musicais. Inclui a sensibilidade a ritmos, tons e timbres. 5) **Inteligência Corporal-Cinestésica**: capacidade de usar o corpo na expressão de ideias e sentimentos. Inclui habilidades de coordenação, destreza, equilíbrio, flexibilidade, força e velocidade. 6) **Inteligência Interpessoal**: Capacidade de compreender outras pessoas e de trabalhar cooperativamente com elas. 7) **Inteligência Intrapessoal**: capacidade correlativa, voltada para dentro. Capacidade de

[3] "Intelligence is a biopsychological potential to process information that can be activated in a cultural setting to solve problems or create products that are of value in a culture".

formar um modelo acurado e verídico de si mesmo e de utilizar esse modelo para operar efetivamente na vida (GARDNER, 1983, 1995; LASH, 2004; SOLANO, 2007).

Posteriormente, Gardner adicionou à lista a **inteligência naturalista**, que se refere ao entendimento do mundo natural. Pessoas com esta inteligência possuem habilidades de observação e classificação, que permitem maior facilidade para identificar e classificar vários tipos de plantas e animais. São indivíduos perceptivos a mudanças em seu ambiente, e frequentemente possuem profunda conexão com a natureza e com os seres vivos (ALMEIDA e colab., 2010).

Para Gardner, estas inteligências se complementam e raramente operam independentemente enquanto uma pessoa desenvolve habilidades ou resolve problemas.

Dessa maneira, ao invés de resumir a inteligência de uma pessoa em uma pontuação numérica, Gardner propôs identificar que tipo de inteligência cada pessoa. Enquanto testes de coeficiente de inteligência (QI) tradicionais perguntam (e tentam responder) à questão "quão inteligente eu sou?", a teoria das Inteligências Múltiplas, por outro lado, explora "como sou inteligente?".

A teoria ganhou muitos(as) seguidores(as), principalmente entre aqueles(as) relacionados(as) de alguma forma com educação, por identificarem em seus(suas) estudantes a descrição de cada tipo de inteligência (SORIN-AVRAM, 2015). Enfim uma teoria que trata abertamente das diferenças existentes em uma sala de aula, alertando de maneira franca e direta para a necessidade de se conhecer os(as) estudantes e de se valorizar as habilidades e talentos individuais.

Da mesma forma, também foi alvo de diversas críticas, principalmente acerca da utilização do termo *inteligência* (SCHALER, 2007; VISSER e colab., 2006a, b). Contudo, segundo o próprio Gardner, o termo foi empregado propositadamente com o intuito de chamar atenção, de forma mais contundente, ao fato de que existem múltiplas habilidades humanas (talentos, capacidades ou preferências), tão importantes quanto àquelas historicamente aferidas e privilegiadas desde os tempos de Binet (1905) (GARDNER, 1983, 1995).

Inteligências, habilidades, competências, talentos ou dons, a questão central parece ser a defesa de uma visão pluralista da mente, reconhecendo que as pessoas possuem diferentes estilos cognitivos. Essa afirmação implica em acreditar que nem todas as pessoas possuem os mesmos interesses ou as mesmas “inteligências” e, consequentemente, não aprendem da mesma maneira. Para o processo de ensino e aprendizagem, o importante é justamente respeitar as diferenças entre os sujeitos envolvidos nesse processo.

1.7 Base Nacional Curricular Comum e organização curricular

Em meados de 2015, o Ministério da Educação (MEC) apresentou uma proposta preliminar para orientar a discussão sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A discussão sobre organização curricular não é recente e está presente no cotidiano escolar. Contudo, a proposta de uma base nacional curricular comum intensificou o debate sobre o tema nos diferentes níveis de ensino no país.

A BNCC irá apontar os conteúdos essenciais aos quais os estudantes devem se apropriar durante sua formação na educação básica, orientando o processo de organização curricular nas escolas. O intuito é que o documento sirva como base para a renovação e o aprimoramento da educação básica, já que essa discussão envolve a discussão da própria organização escolar como um todo (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2016b).

Discutir o currículo é necessário para atualizá-lo em relação ao mundo do trabalho e selecionar conteúdos que sejam significativos aos estudantes (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2000). Nesse sentido, a distribuição da carga horária entre as disciplinas revela, por exemplo, o privilégio adquirido de alguns conteúdos.

Além de sugerir conteúdos essenciais, o documento também propõe formas de organização e distribuição destes ao longo dos anos do ensino médio. O documento preliminar coloca justamente quais conteúdos devem ser trabalhados em cada ano, de acordo com as áreas de conhecimento e componentes curriculares (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2015a).

Tendo em vista a discussão recente acerca da implantação de uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na educação básica, a análise de propostas curriculares de instituições que atuam nesse nível de ensino pode revelar que esse processo pode ser mais complexo do que aparenta. A diversidade de matrizes curriculares pode anunciar o desafio de adaptação e a necessidade de orientações acerca da organização curricular para os componentes da base comum no ensino médio, além de revelar as especificidades dos arranjos produtivos locais onde as instituições estão inseridas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar a possível correlação entre a aprendizagem de temas da Biologia Celular e a utilização de diferentes estratégias pedagógicas, considerando as diferentes características e habilidades dos(as) estudantes.

2.2 Objetivos específicos

- Adaptar, produzir e aplicar estratégias metodológicas diferenciadas que possam contribuir com o processo de ensino e aprendizagem da Biologia Celular, em acordo com a organização curricular do Ensino Médio;
- Avaliar a percepção de estudantes e professores(as) em relação aos instrumentos e estratégias metodológicas utilizadas e avaliar o aprendizado dos conteúdos específicos de Biologia Celular, em curto e médio prazos;
- Avaliar as metodologias da aula expositiva, da aprendizagem cooperativa e das representações não linguísticas sobre o desempenho do aprendizado do(a) estudante;
- Discutir se a diversificação de metodologias e a utilização de diferentes instrumentos para o ensino ou avaliação estão relacionadas com a

melhora do desempenho acadêmico e da relação entre estudantes e professores(as);

- Apresentar alternativas metodológicas que possam ser realizadas em sala de aula, explorando recursos que estão ao alcance de estudantes e professores(as), para serem utilizadas quando for percebida sua necessidade, oportunidade ou viabilidade;
- Traçar o perfil das inteligências múltiplas das turmas participantes, de acordo com a Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner (1985, 1995),
- Verificar possíveis correlações entre as estratégias metodológicas, o desempenho de aprendizagem e os diferentes tipos de inteligência.
- Analisar propostas de matriz curricular para os componentes curriculares da base comum em diferentes *campi* da escola da rede federal, a fim de contribuir com a discussão sobre organização curricular de cursos técnicos integrados ao ensino médio.

2.3 O que não se pretende com esse projeto (*ou* Não-objetivos)

- Sugerir a substituição total das aulas expositivas;
- Desmerecer o sucesso que aulas expositivas podem alcançar, ou têm alcançado até o momento;
- Descaracterizar o papel do(a) professor(a) em sala de aula, ou diminuir sua responsabilidade no processo de ensino e aprendizagem;
- Indicar que as metodologias diferenciadas sejam utilizadas em todas as situações, por todos os(as) professores(as), em todas as turmas;
- Ao destacar a importância dos métodos, sugerir que os conteúdos sejam colocados em segundo plano ou que não sejam necessários para uma educação sólida,
- Substituir um conjunto de regras por outro, e sim argumentar que todos os modelos e metodologias, inclusive as mais óbvias, têm vantagens e restrições.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Temas da Biologia Celular

As aulas foram desenvolvidas a partir dos seguintes temas da Biologia Celular:

- Composição e organização estrutural da membrana plasmática,
- Transporte através da membrana plasmática.

Os temas selecionados fazem parte dos conteúdos dos principais livros didáticos de Biologia no Ensino Médio, dos principais livros de Biologia Celular voltados ao Ensino Superior e integram o conteúdo programático do plano de ensino de todos os professores de Biologia das escolas participantes (ALBERTS, 2010; AMABIS e MARTHO, 2010; CATANI e colab., 2013; JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2012; LINHARES e GEWANDSZNADJER, 2014; LOPES e ROSSO, 2013; MENDONÇA, 2013).

O tema *Estrutura e fisiologia celular: membrana, citoplasma e núcleo* faz parte do item *Moléculas, células e tecidos*, que integra os conteúdos de Biologia da Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (INEP, 2016).

A compreensão dos *Mecanismos celulares biofísicos e bioquímicos* faz parte dos Conteúdos Básicos das Diretrizes Curriculares da Educação Básica para a Biologia, da Secretaria de Estado da Educação do Paraná. No mesmo documento, no item *Avaliação*, o texto sugere que os(as) estudantes sejam capazes de reconhecer a importância e identificar os mecanismos bioquímicos e biofísicos que ocorrem no interior das células, além de compreender os mecanismos de funcionamento de uma célula, como o *transporte de substâncias* (SEED, 2008).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) citam a importância em se compreender a dinâmica celular e os processos que acontecem no interior das células, permitindo a construção do conceito sistematizado de célula como um sistema que *troca substâncias com o meio*, obtém energia e se reproduz (BRASIL, 2000).

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) sintetizam Temas estruturadores para o ensino

de Biologia, didaticamente divididos em Unidades Temáticas (BRASIL, 2002). A Unidade Temática *A interdependência da Vida* destaca a importância em se

> Registrar o caminho das substâncias do meio externo para o interior das células e vice-versa, por meio da observação ao microscópio ou da realização de experimentos para perceber que a constante interação entre ambiente e célula é controlada pelas membranas e envoltórios celulares.
> Analisar imagens e representações relacionadas aos diferentes tipos de transporte através da membrana celular.

Assim, os temas escolhidos são pertinentes aos conteúdos de Biologia do currículo do Ensino Médio no Estado do Paraná.

3.2 Desenvolvimento e aplicação das metodologias

Para o grupo das aulas expositivas, os(as) professores(as) foram orientados a utilizarem a exposição oral ilustrada como metodologia de ensino dos conteúdos citados. De maneira geral, o livro didático de Biologia fornecido pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) serve como referência de conteúdos, que varia de acordo com a escolha dos(as) professores(as) de cada escola. Ainda, foram desenvolvidas duas apresentações no formato *PowerPoint* sobre os temas Membrana Plasmática e Transporte através da membrana, encaminhadas para serem utilizadas como guia de referência durante as aulas expositivas, a critério do(a) professor(a) (Apêndices I e II).

Para o grupo das representações não linguísticas (RNL), foram desenvolvidas duas atividades diferentes:

1) Para o tema *Membrana Plasmática*, foi elaborado um roteiro para a construção de modelo tridimensional do modelo mosaico fluido. Os(As) estudantes poderiam ser organizados em grupos de até 5 (cinco) para a realização da atividade, a partir de materiais escolhidos por eles(as). As orientações para o desenvolvimento das atividades estavam detalhadas no próprio material entregue aos(às) estudantes e professores(as) (Apêndice III).

2) Para o tema *Transporte através da membrana*, foi desenvolvida uma atividade envolvendo a confecção de um cartaz bidimensional. Os(As) estudantes poderiam ser organizados em grupos de até 5 (cinco) pessoas para elaboração do cartaz. O material entregue aos(às) estudantes continha os

elementos que deveriam ser organizados para compor a estrutura da membrana e as modalidades de transporte. As orientações para o desenvolvimento das atividades estavam detalhadas no próprio material entregue aos(às) estudantes e professores(as) (Apêndice IV).

Em ambos os casos, o(a) professor(a) ficou responsável por orientar os grupos e dirimir eventuais dúvidas. Os(As) estudantes foram orientados a levar materiais para consulta durante a aula, como livros didáticos, e foi permitida a utilização de telefones celulares ou similares para eventuais consultas na internet.

Para o grupo da aprendizagem cooperativa (RPG), foram criadas duas aventuras de RPG sobre os temas Membrana Plasmática e Transporte através da membrana. Para o desenvolvimento da aventura, também foram criadas fichas de personagens que deveriam ser preenchidas pelos(as) estudantes durante a atividade (Apêndices V e VI). Os(As) estudantes poderiam ser organizados em grupos com cerca de 5 (cinco) pessoas, sendo que cada estudante representava um personagem diferente. O(A) professor(a) ficou responsável pela narração da aventura e dos desafios direcionados aos grupos, além de orientar os personagens e dirimir eventuais dúvidas durante a aula. Os(As) estudantes foram orientados a levar materiais para consulta durante a aula, como livros didáticos, e foi permitida a utilização de telefones celulares ou similares para eventuais consultas na internet.

Todas as atividades foram planejadas para terem a duração de duas aulas de 50 minutos.

Eventuais esclarecimentos sobre os conteúdos a serem trabalhados foram discutidos pessoalmente, por e-mail ou por telefone, garantindo que os(as) professores(as) estivessem seguros para a aplicação das aulas.

3.3 Aplicação das aulas e escolas participantes

As aulas foram aplicadas em escolas públicas localizadas em diversas cidades no Estado Paraná.

A primeira escola participante (Escola 1) integra a rede federal de educação e é uma instituição de educação de ensino básico, técnico e tecnológico, especializada na oferta de educação profissional e tecnológica.

Dada sua prioridade pela Educação Básica, oferta diversos cursos técnicos integrados ao ensino médio e possui estrutura pluricurricular e *multicampi* (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2008c). O ingresso nos cursos da instituição 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, ofertados para o ano de 2016, oitenta por cento (80%) das vagas são destinadas à inclusão, nas quais os(as) candidatos(as) concorrem dentro das cotas sociais e raciais (IFPR, 2015). As metodologias foram aplicadas a estudantes do 1º ano letivo de cursos técnicos de diferentes eixos tecnológicos, de acordo com o universo de atuação dos(as) professores(as) participantes.

As tabelas 1, 2 e 3 trazem a relação candidato/vaga do processo seletivo realizado no final de 2015 para ingresso em 2016 nas turmas que participaram do projeto. A concorrência refere-se ao número total de inscritos em cada curso dividido pelo total de vagas de cada curso.

TABELA 1 - Relação candidato/vaga grupo aulas expositivas.

Cidade	Curso	Concorrência
Astorga	Informática	3,60
Cascavel	Informática	1,36
Curitiba	Administração	7,03
Curitiba	Mecânica	8,03
Curitiba	Jogos Digitais	8,00
Curitiba	Processos Fotográficos	8,36
Foz do Iguaçu	Informática	8,00

FONTE: IFPR (2015)

TABELA 2 - Relação candidato/vaga grupo representações não linguísticas.

Cidade	Curso	Concorrência
Barracão	Administração	0,88
Capanema	Cooperativismo	0,70
Colombo	Informática	0,55
Goioerê	Informática	2,95
Pitanga	Cooperativismo	0,93

FONTE: (IFPR, 2015)

TABELA 3 - Relação candidato/vaga grupo jogos cooperativos.

Cidade	Curso	Concorrência
Campo Largo	Automação	- [4]
Campo Largo	Eletromecânica (manhã)	3,40
Campo Largo	Eletromecânica (tarde)	3,40
Pinhais	Administração	1,40
Pinhais	Informática	1,48

FONTE: IFPR (2015)

[4] Não informado.

A segunda instituição (Escola 2) é um colégio da rede estadual que oferta o ensino médio regular. Considerado o maior e mais antigo colégio público do Estado, está localizado no centro da cidade de Curitiba. O ingresso é realizado através de processo classificatório que analisa o Boletim Escolar ou Ficha Individual ou Histórico Escolar de 5ª a 7ª série e/ou 6º ao 8º anos do Ensino Fundamental, onde as maiores médias nas disciplinas são somadas e utilizadas para a classificação (ACCO, 2016).

As metodologias foram aplicadas a estudantes do 1º ano letivo do ensino médio regular, em turmas que foram selecionadas de acordo com o universo de atuação dos(as) professores(as) participantes.

A terceira instituição (Escola 3) é um colégio integrante da rede estadual que oferta o ensino médio regular. Está localizado em Curitiba, em um bairro mais afastado do centro da cidade. Não há processo seletivo e o ingresso é realizado através da efetivação de matrícula junto ao colégio, de acordo com normas estabelecidas pela Secretaria Estadual de Educação (SEED, 2014).

As metodologias foram aplicadas a estudantes do 1º ano letivo do ensino médio regular em turmas que foram selecionadas de acordo com o universo de atuação dos(as) professores(as) participantes.

Em todos os casos, os(as) professores(as) de Biologia foram contatados previamente a fim de verificar a disponibilidade e interesse em colaborar com o projeto. Os(As) professores(as) participantes ficaram responsáveis pela aplicação das metodologias e atividades avaliativas. Os(As) professores(as) receberam treinamento prévio sobre cada metodologia, sendo que algumas aplicações foram acompanhadas diretamente pelo responsável pelo projeto. O treinamento envolveu as seguintes etapas: 1) seleção e recrutamento, 2) exposição dos objetivos do projeto e das metodologias, 3) discussão sobre os conteúdos de Biologia Celular a serem trabalhados, 4) discussão sobre as metodologias e 5) esclarecimento de eventuais dúvidas (RANDI, 2011).

As aulas foram aplicadas de acordo com o cronograma normal da disciplina apresentado pelos(as) professores(as) de Biologia das escolas participantes. Cada turma teve contato com os dois temas de Biologia Celular

selecionados, sendo que as aulas foram conduzidas pelo mesmo(a) professor(a), de acordo com o grupo no qual fez parte.

Antes do início de cada metodologia, os(as) estudantes foram orientados sobre o funcionamento e a forma de condução da aula, enfatizando-se a participação dos(as) estudantes, os mecanismos de avaliação que seriam utilizados e a necessidade de se estudar previamente os conteúdos.

No total, 1224 estudantes de 35 turmas diferentes participaram das atividades (tabela 4).

TABELA 4 - Instituições participantes e quantitativo de turmas e estudantes.

Instituição	Cidades	Turmas	Estudantes	Metodologia
Federal (Escola 1)	13	23	905	Aulas expositivas, Representações não linguísticas, Jogos cooperativos
Estadual (Escola 2)	1	4	121	Aulas expositivas
Estadual (Escola 3)	1	8	198	Representações não linguísticas, Jogos cooperativos

FONTE: O autor (2017).

3.4 Grupos experimentais

As turmas foram categorizadas nos seguintes grupos:

1. **Aulas expositivas** – turmas de estudantes que participaram de aulas onde os(as) professores(as) utilizaram a estratégia da exposição oral ilustrada para o ensino aprendizagem dos temas da Biologia Celular propostos.
2. **Representações Não Linguísticas (RNL)** – turmas de estudantes que participaram de aulas onde os(as) professores(as) utilizaram a estratégia das representações não linguísticas para o ensino aprendizagem da Biologia Celular. As atividades envolveram a construção de modelos tridimensionais e a organização de cartazes relacionados aos temas propostos.
3. **Aprendizagem Cooperativa (RPG)** – turmas de estudantes que participaram de aulas onde os(as) professores(as) utilizaram a estratégia da aprendizagem cooperativa para o ensino aprendizagem da Biologia Celular. As atividades envolveram aventuras de RPG, elaboradas e adaptadas de acordo com os temas propostos.

Um(a) estudante que optasse por não participar das atividades em um determinado grupo experimental poderia ser realocado em outro grupo. Caso os horários não fossem compatíveis, uma aula de reposição poderia ser agendada. Contudo, todos(as) os(as) estudantes concordaram em participar das atividades. A tabela 5 apresenta a organização dos grupos efetivada no trabalho.

TABELA 5 - Organização dos grupos de acordo com as metodologias de ensino aplicadas.

Grupo	Escola Pública	Aplicação	Nível	Curso	Ano letivo	n	n Total	Tema 1	Tema 2	Metodologia	Avaliação anterior	Avaliação de curto prazo	Avaliação de médio prazo	Avaliação metodologia	Avaliação perfil
Aula expositiva	Federal	2016	Médio	Técnico 1	1º	71	397	Membrana plasmática	Transporte através da membrana	Aula expositiva	Questionário (questões objetivas, discursivas e de balizamento), mapas conceituais	Questionário (questões objetivas, discursivas e de balizamento), mapas conceituais	Questionário (questões objetivas, discursivas e de balizamento), mapas conceituais	Entrevistas e questionários (professores(as) e estudantes)	Teste Inteligências Múltiplas, questionário e entrevistas
				Técnico 2		40									
				Técnico 3		35									
				Técnico 4		34									
				Técnico 5		36									
		2017		Técnico 6		34									
				Técnico 7		39									
				Técnico 8		39									
				Técnico 9		39									
				Técnico 10		30									
	Estadual	2016		Regular 1		37	121								
				Regular 2		40									
		2017		Regular 3		26									
				Regular 4		18									
Representações não linguísticas	Federal	2016	Médio	Técnico11	1º	47	255	Membrana plasmática	Transporte através da membrana	Construção de modelos físicos (modelos 3D) e elaboração de cartazes	Questionário (questões objetivas, discursivas e de balizamento), mapas conceituais	Questionário (questões objetivas, discursivas e de balizamento), mapas conceituais	Questionário (questões objetivas, discursivas e de balizamento), mapas conceituais	Entrevistas e questionários (professores(as) e estudantes)	Teste Inteligências Múltiplas, questionário e entrevistas
				Técnico 12		40									
				Técnico 13		43									
		2017		Técnico 14		43									
				Técnico 15		41									
				Técnico 16		41									
	Estadual	2016		Regular 5		25	106								
				Regular 6		26									
		2017		Regular 7		25									
				Regular 8		30									
Aprendizagem cooperativa	Federal	2016	Médio	Técnico 17	1º	42	205	Membrana plasmática	Transporte através da membrana	*Role Playing Game* - RPG	Questionário (questões objetivas, discursivas e de balizamento), mapas conceituais	Questionário (questões objetivas, discursivas e de balizamento), mapas conceituais	Questionário (questões objetivas, discursivas e de balizamento), mapas conceituais	Entrevistas e questionários (professores(as) e estudantes)	Teste Inteligências Múltiplas, questionário e entrevistas
				Técnico 18		45									
				Técnico 19		43									
				Técnico 20		18									
		2017		Técnico 21		45									
				Técnico 22		32									
				Técnico 23		28									
	Estadual	2016	Médio	Regular 9		25	92								
				Regular 10		23									
		2017		Regular 11		19									
				Regular 12		25									

FONTE: O autor (2017).

3.5 Avaliação das metodologias e dos(as) estudantes

Para analisar os efeitos das metodologias na aprendizagem, os(as) estudantes participaram de atividades avaliativas diversificadas em três momentos: 1) anterior às aulas (Fase I), 2) posterior às aulas, em curto prazo (Fase II) e 3) posterior às aulas, em médio prazo (Fase III).

3.5.1 Avaliações anteriores, de curto prazo e de médio prazo

As avaliações anteriores (Fase I) foram aplicadas no início do período letivo, sem aviso prévio, antes que os(as) estudantes tivessem contato com os temas da Biologia Celular que foram abordados com as metodologias propostas pelo projeto (membrana plasmática e transporte através da membrana). Dessa forma, pretendeu-se avaliar os conhecimentos adquiridos anteriormente pelo(a) estudante, antes do contato com os conteúdos apresentados pelo(a) professor(a).

As avaliações de curto prazo (Fase II) foram administradas após a apresentação dos conteúdos de Biologia Celular, sem aviso prévio, no período destinado às avaliações previsto no plano de ensino do(a) professor(a).

As avaliações de médio prazo (Fase III) foram realizadas no semestre seguinte à aplicação das aulas, sem aviso prévio, aos(às) mesmos(as) estudantes que anteriormente participaram das atividades.

Com as avaliações de curto e de médio prazo, pretende-se analisar se houve diferença significativa na aprendizagem e na retenção dos conteúdos em relação às avaliações anteriores, comparando-se o método expositivo e os métodos diferenciados.

As avaliações anteriores, de curto prazo e de médio prazo dos conteúdos trabalhados foram realizadas através da aplicação de:

- Questões objetivas e discursivas,
- Mapas conceituais.

3.5.1.1 Questões objetivas e discursivas

As questões objetivas foram adaptadas a partir de testes vestibulares e de provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Foi realizada uma extensa

busca para encontrar questões que estivessem relacionadas com os conteúdos desse projeto. Para cada tema da Biologia Celular, foram adaptadas 3 (três) questões objetivas de múltipla escolha, sendo que das cinco alternativas apresentadas como possíveis respostas, apenas uma é correta. Além das questões objetivas referentes aos temas da Biologia Celular nos quais os(as) estudantes tiveram contato, foram adaptadas e constaram das provas 2 (duas) questões balizadoras sobre temas da Biologia Celular com os quais os(as) estudantes não tiveram contato. Também foi elaborada 1 (uma) questão discursiva para cada tema proposto. Dessa forma, o questionário foi composto por 8 (oito) questões objetivas e 2 (duas) questões discursivas. Foram elaboradas três provas diferentes, com questões equivalentes quanto ao assunto e grau de dificuldade, repassadas aos(às) professores(as) de Biologia que conduziram as metodologias nos grupos experimentais.

Para cada questão foi atribuído o valor de 1 (um) ponto, e as notas obtidas (somatória das notas de cada questão) foram utilizadas para estabelecer o rendimento de cada estudante no grupo em que foi inserido.

As provas estão disponíveis no Apêndice VII.

3.5.1.2 Mapas conceituais

Em cada avaliação, os(as) estudantes foram instruídos(as) a elaborarem mapas conceituais relacionados aos temas da Biologia Celular. Os mapas conceituais foram utilizados como mecanismo para avaliação qualitativa dos(as) estudantes, de acordo com os critérios propostos por Júnior (2013), Novak e Gowin (1993) e Randi (2011).

A pontuação dos mapas foi atribuída de acordo com os critérios estabelecidos para cada categoria: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos válidos. A nota atribuída aos mapas conceituais também foi utilizada para estabelecer o rendimento de cada estudante no grupo em que foi inserido.

As orientações para a elaboração dos mapas conceituais, da forma como foram apresentadas aos(às) estudantes, estão disponíveis no Apêndice VIII.

3.5.2 Performance

Os resultados alcançados nas atividades avaliativas foram utilizados para o cálculo da performance dos(as) estudantes, considerando que um melhor resultado nas avaliações está relacionado com o aprendizado e consolidação dos conteúdos trabalhados durantes as aulas, de acordo com as técnicas 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.

3.5.3 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(as) 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 (*one-way* ANOVA). Para isso, as médias das performances considerando apenas questões e o mapa conceitual foram comparadas considerando 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(a) estudante apresentou aprendizado do conteúdo).

3.5.4 Teste de Inteligências Múltiplas

Para se traçar o perfil de Inteligências Múltiplas das turmas, bem como possíveis aptidões, talentos, potencialidades ou preferências dos(as) estudantes que as constituem, foi aplicado um Teste de Inteligências Múltiplas a cada estudante.

O teste, fundamentado na Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner (1983, 1994, 1995), foi constituído por 8 blocos (referentes aos 8 tipos de inteligências) com 8 questões cada. Cada bloco teve o valor máximo de 40 pontos. Os(As) estudantes deveriam escolher um número, entre 1 a 5, dentro de uma escala hedônica para classificar o quanto cada uma das frases da lista descrevia sua personalidade (tabela 6).

TABELA 6 - Escala hedônica utilizada no questionário.

(1) Não, definitivamente a frase não tem a ver comigo.
(2) A frase é muito pouco como eu.
(3) A frase é relativamente como eu.
(4) A frase é muito como eu.
(5) Sim, a frase definitivamente me define.

FONTE: O autor (2017)

Embora Gardner não tenha desenvolvido um teste específico para as inteligências múltiplas, diversos testes foram elaborados a partir de sua teoria e estão disponíveis na internet. O teste utilizado neste trabalho foi adaptado a partir de diversos testes gratuitos disponíveis em páginas da internet (BGfL, 2002; Chislett & Chapman, 2006; Armstrong, 2009; Rogers, 2011) e está disponível no Apêndice IX.

Os resultados obtidos a partir da análise dos testes de inteligências múltiplas foram correlacionados com os resultados das avaliações e com os depoimentos e entrevistas dos(as) estudantes, de acordo com os grupos experimentais.

3.5.5 Questionário estudantes após participação nas aulas

Os(As) estudantes participantes foram convidados(aa) a responder um questionário sobre as atividades desenvolvidas, de acordo com seu grupo experimental. Os questionários foram aplicados no período destinado às avaliações de curto prazo e utilizados para analisar a percepção dos(as) estudantes sobre a necessidade de diversificação de metodologias, os diferentes perfis dos sujeitos

envolvidos com o processo de aprendizagem e avaliar a aceitação dos instrumentos didáticos utilizados. Esse questionário está disponível no Apêndice X.

3.5.6 Questionário e entrevistas professores

Durante os meses de agosto a outubro de 2015, foram aplicados dois questionários juntos aos(às) professores(a) das instituições participantes a fim de coletar informações mais abrangentes sobre o perfil docente e sua visão sobre o processo de ensino aprendizagem da Biologia Celular.

O primeiro questionário é composto por questões objetivas de múltipla escolha e foi desenvolvido utilizando-se a ferramenta *Formulários* do *Google Drive*. O *link* de acesso às questões objetivas foi encaminhado via e-mail aos(às) professores(as) que aceitaram participar da pesquisa. O questionário *online* encontra-se no Apêndice XI.

Além do questionário *online*, também foi desenvolvido um questionário com questões abertas. O questionário foi aplicado como entrevistas semiestruturadas, conduzidas de acordo com recomendações propostas por DiCicco-Bloom e Crabtree (2006). Na transcrição dos depoimentos, algumas alterações de forma foram realizadas a fim de melhorar o entendimento das respostas, mas sem comprometer seu conteúdo.

Devido ao caráter *multicampi* da escola da rede federal e à distância dessas unidades em relação à capital (sede do presente estudo), algumas entrevistas foram realizadas por telefone ou *chat*. As questões foram encaminhadas via e-mail, e a resposta foi recebida dias depois. Algumas dúvidas foram esclarecidas também por e-mail. Foi disponibilizado um número de telefone e disponibilidade em *chat* para dirimir eventuais dúvidas, se necessário.

As respostas obtidas através de telefone, *chat* ou e-mail também trouxeram resultados interessantes, mesmo sabendo que a entrevista semiestruturada permite maiores possibilidades para explorar determinados assuntos. Esse questionário com questões abertas consta do Apêndice XII.

Embora nem todos(as) os(as) professores(as) tenham sido efetivamente aplicadores(as) das metodologias, as respostas obtidas retratam um pouco do perfil dos(as) docentes que ministram Biologia Celular nas escolas de ensino médio participantes da pesquisa. Após as aulas, os(as) professores(as) aplicadores(as)

foram convidados(as) a responder um novo questionário, a fim de analisar a sua percepção acerca das metodologias utilizadas (Apêndice XIII).

Os(As) professores(as) também puderam registrar observações gerais durante ou logo após as aulas. Nesses relatórios, relataram depoimentos de estudantes, impressões sobre o desenvolvimento de cada aula, análise geral da participação individual dos(as) estudantes e do desempenho das equipes como um todo, além do seu próprio desempenho como docente.

3.6 Aprovação no Comitê de Ética

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (PB: 1145630, CAAE: 42163015.8.0000.0102). Os(As) gestores(as) de cada escola foram contatados previamente sobre a possibilidade de aplicação das metodologias. A participação de estudantes e professores(as) foi voluntária e estava condicionada à assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Em caso de estudantes menores de idade, o TCLE foi encaminhado para assinatura dos pais ou responsáveis. Os modelos dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido estão disponíveis no Apêndice XIV.

4. RESULTADOS

4.1 Artigo 1

Aceito para publicação na Revista *Hipótese-Nutecca (Núcleo de Estudos Transdisciplinares: Ensino, Ciência, Cultura e Ambiente)*.
ISSN 2446-7154

OS DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR NO IFPR

THE CHALLENGES OF THE IMPLANTATION OF COMMUM CURRICULUM NATIONAL BASIS ON IFPR

Gabriel Mathias Carneiro Leão[5]
Michele Rosset[6]
Marco Antonio Ferreira Randi[7]

Submissão: 01/03/2017 Revisão: 15/03/2017 Aceite: 10/08/2017

Resumo: Tendo em vista a discussão acerca da implantação de uma Base Nacional Comum Curricular na educação básica, diferentes propostas curriculares do IFPR foram analisadas. A diversidade de matrizes anuncia o desafio de adaptação e a necessidade de orientações acerca da organização curricular para os componentes da base comum no ensino médio. Se uma base curricular comum pode orientar as discussões sobre currículo, pode também limitar a liberdade criativa e a proposição de ideias inovadoras no ensino.

Palavras chave: Base Nacional Comum Curricular. Instituto Federal do Paraná. Ensino Médio Integrado.

Abstract: Considering the discussion on the implementation of a Common National basis for disciplinary program in basic education, different disciplinary programs in IFPR was annalized. The variety of matrices suggests the need for guidelines about curricular organization for the components of the common base in high school. If a common basis for disciplinary programs can guide discussions about curriculum, it can then limit their creativity freedom and the proposition of original ideas for education.

Keywords: Common National Basis for disciplinary program. Federal Institute of Paraná. Integrated High School.

[5] Doutorando em Biologia Celular e Molecular na Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor do Instituto Federal do Paraná (IFPR). E-mail: gabriel.leão@ifpr.edu.br.
[6] Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Professora do Instituto Federal do Paraná (IFPR). E-mail: michele.rosset@ifpr.edu.br.
[7] Doutor em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: mafrandi@ufpr.br.

INTRODUÇÃO

Uma Base Nacional Comum Curricular

Em 16 de setembro de 2015, o Ministério da Educação (MEC) apresentou um texto com a proposta preliminar para orientar a discussão sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Sob a coordenação do MEC, o texto foi elaborado por uma equipe de assessores, coordenadores e especialistas organizados em comissões por área/componente curricular/etapa da educação básica. Além da equipe de especialistas responsável pela elaboração do documento base, 44.901 escolas, 4.271 organizações e 208.614 professores foram cadastrados para contribuírem com a proposta disponibilizada para consulta pública no sistema de plataforma na internet (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2016a).

Embora a discussão sobre organização curricular esteja presente no cotidiano escolar, o projeto de uma base nacional curricular comum intensificou o debate sobre o tema nos diferentes níveis de ensino no país. Até a conclusão da consulta pública, no dia 15 de março de 2016, foram registradas 12.226.510 contribuições ao documento preliminar da Base Nacional Comum, refletindo o interesse e a preocupação com o tema em questão (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2016a).

A BNCC irá esclarecer os conteúdos essenciais aos quais os estudantes devem se apropriar durante sua formação na educação básica, norteando o trabalho pedagógico nas escolas em relação à organização curricular e, de maneira direta ou indireta, a discussão da própria organização escolar como um todo. Nas palavras do então ministro da educação, Renato Janine, o documento será a base para a renovação e o aprimoramento da educação básica (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2016b).

A rotina de revisitar o currículo é necessária para atualizá-lo em relação ao mundo do trabalho e selecionar conteúdos que sejam significativos aos estudantes (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2000). Contudo, além de sugerir conteúdos essenciais, o documento também propõe formas de organização e distribuição destes ao longo dos 3 (três) anos do ensino médio. O documento preliminar discrimina exatamente quais conteúdos devem ser trabalhados em cada ano, de

acordo com as áreas de conhecimento e componentes curriculares (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2015a).

A discussão sobre o que é essencial a ser ensinado é fundamental, mas a definição sobre a forma de organização de conteúdos pode ir contra os princípios educativos de muitas escolas.

Se por um lado a proposição de um currículo nacional comum é uma tentativa de diminuir as desigualdades no país, por outro pode limitar o surgimento de propostas diferenciadas nas escolas. Nesse sentido, a Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPED) lançou a campanha *Aqui já tem Currículo: o que criamos na escola*, alertando justamente sobre o fato de que muitas escolas possuem currículos organizados de maneiras diferenciadas e com conteúdos plurais, cujos professores não foram devidamente ouvidos. A campanha abre um canal de comunicação alternativo para que professores possam expor suas experiências nas escolas e, dessa forma, contribuir com a discussão do tema (CARRANO, 2016).

Embora existam muitas instituições que se enquadrariam em um modelo dito tradicional, não é raro encontrar escolas com propostas alternativas. Recentemente, o próprio Ministério da Educação mapeou escolas inovadoras no território nacional através do projeto *Inovação e Criatividade na Educação Básica*. Com a iniciativa, 178 instituições educacionais brasileiras foram reconhecidas como exemplos de inovação e criatividade na educação básica, entre as quais estão organizações não governamentais, escolas públicas e particulares. Dentre as organizações selecionadas, 13,7% estão localizadas na região sul do país, incluindo um *campus* do Instituto Federal do Paraná (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2015b).

Documentos legais norteadores

No Brasil, a discussão sobre a organização curricular do ensino médio é orientada pela Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (LDB), que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional; pela Resolução CNE/CEB nº 02 de 30 de janeiro 2012, que define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio; pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1996, 2000, 2012b, 2013).

Embora diversos documentos legais tenham atualizado a LDB em questões mais específicas, poucos componentes ou conteúdos curriculares são impostos como obrigatórios, a exemplo da Educação Física, Sociologia, Filosofia e Língua Espanhola ou do Ensino da Arte, Ensino da Música e História e Cultura Afro-Brasileira (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2003a, b, 2005, 2008a, b, 2010).

Apesar da grande quantidade de documentos e da obrigatoriedade de alguns conteúdos e componentes curriculares, os documentos legais norteadores são bastante flexíveis, fornecendo ampla margem para a criatividade e deixando espaço para a possibilidade de se trabalhar de maneira diferenciada com os conteúdos de ensino e com a própria organização curricular.

No caso da Educação Profissional Técnica de Nível Médio, as Diretrizes Curriculares Nacionais são definidas pela Resolução nº 06 de 20 de setembro de 2012 e pelo Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2012a, c). A Resolução CNE/CEB nº 06/2012 regulamenta a duração mínima total dos cursos, de acordo com as habilitações profissionais indicadas no Catálogo Nacional de Cursos Técnicos.

Os Institutos Federais e os cursos técnicos integrados

A Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, criou os Institutos Federais e institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Na ocasião, 31 (trinta e um) centros federais de educação tecnológica (Cefets), 75 (setenta e cinco) unidades descentralizadas de ensino (Uneds), 39 (trinta e nove) escolas agrotécnicas, 7 (sete) escolas técnicas federais e 8 escolas vinculadas a universidades foram transformadas em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2008c).

De acordo com sua própria lei de criação, os Institutos Federais têm por finalidades e características ofertar educação profissional e tecnológica, em todos os seus níveis e modalidades, além de promover a integração e a verticalização da educação básica à educação profissional e educação superior. Dentro de sua abrangência e das possibilidades de atuação, cada Instituto Federal deverá garantir o mínimo de 50% (cinquenta por cento) de suas vagas para ministrar educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente na forma de cursos integrados, para os concluintes do ensino fundamental e para o público da educação de jovens

e adultos (Ministério da Educação, 2008). Dessa forma, a oferta de cursos técnicos integrados ao ensino médio deve ser priorizada quando do planejamento dos itinerários formativos dos *campi* (Removido para avaliação pelos pares).

No Paraná, o Instituto Federal foi criado pela transformação da Escola Técnica da Universidade Federal do Paraná.

No processo seletivo 2016, o IFPR ofertou 22 (vinte e dois) diferentes cursos técnicos integrados ao ensino médio, em 8 (oito) eixos tecnológicos, nos 24 (vinte e quatro) *campi* atualmente em funcionamento no Paraná. No total, 52 (cinquenta e dois) cursos técnicos integrados ao ensino médio foram ofertados (IFPR, 2015) (Figura 1). A diversidade de cursos é um reflexo da interiorização do ensino no Estado do Paraná e da tentativa de atender aos arranjos produtivos locais de cada região (Removido para avaliação pelos pares).

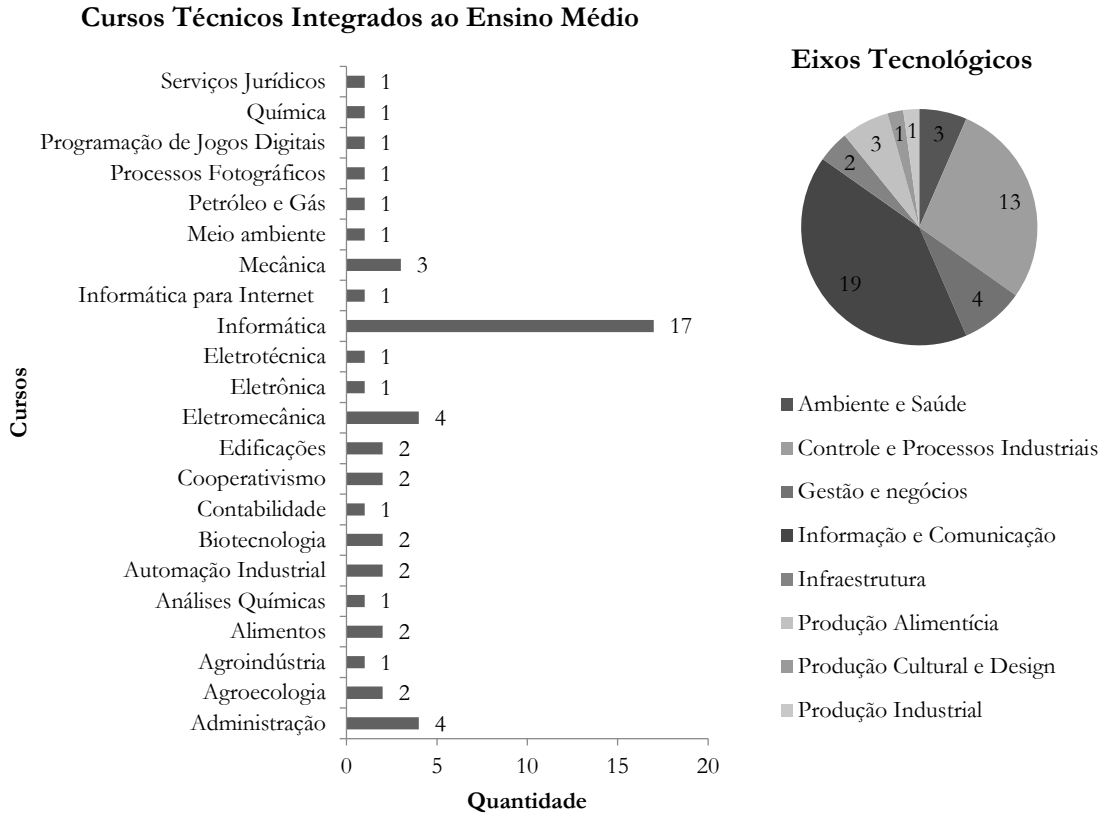


Figura 1 - Relação de cursos técnicos integrados ao ensino médio e eixos tecnológicos ofertados no processo seletivo 2016.

De acordo com a Resolução CNE/CEB nº 06/2012, que define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio, a forma de oferta integrada visa a articulação entre a Educação Básica e a Educação

Profissional e Tecnológica, fundamentada na relação entre a formação desenvolvida no Ensino Médio e a preparação para o exercício das profissões técnicas, buscando a formação integral do estudante (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2012c).

Os conteúdos do ensino médio regular (conteúdos da base comum) devem ser integrados aos conteúdos de áreas técnicas específicas, de acordo com as orientações do Catálogo Nacional de Cursos Técnicos para cada curso, já que a formação básica e a formação profissional acontecem na mesma instituição de ensino, no mesmo curso, com currículo e matrículas únicos (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2012a; RAMOS, 2011).

Considerando a quantidade de *campi*, os diferentes arranjos produtivos locais, e a diversidade de cursos e eixos tecnológicos ofertados, a discussão sobre a organização curricular se torna especialmente importante e delicada nos Institutos Federais, principalmente quando existe a possibilidade de uma proposta de base nacional curricular comum. Esse trabalho teve como objetivo analisar propostas de matriz curricular para os componentes curriculares da base comum em diferentes *campi* do IFPR, a fim de contribuir com a discussão sobre organização curricular de cursos técnicos integrados ao ensino médio nos Institutos Federais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisados currículos de diferentes cursos técnicos integrados ao ensino médio de diversos *campi* do Instituto Federal do Paraná. As matrizes curriculares foram extraídas do Projeto Pedagógico de Curso (PPC), disponíveis na página eletrônica do respectivo campus.

Todos os PPCs analisados haviam sido aprovados pela Diretoria de Ensino Médio e Técnico (DEMTEC) da Pró-Reitoria de Ensino (PROENS) do IFPR e pelo Conselho Superior (CONSUP), possuindo, dessa forma, Resolução de Criação e autorização para funcionamento. Todos os cursos analisados foram ofertados no Processo Seletivo IFPR 2016 para ingresso nos Cursos Técnicos de Nível Médio, na modalidade presencial.

Os *campi* foram escolhidos de acordo com os seguintes critérios:

- *campi* que adotam 3 anos de duração para cursos técnicos integrados;
- *campi* que adotam 4 anos de duração para cursos técnicos integrados,
- *campi* que adotam propostas diferenciadas de organização curricular.

Com relação à escolha dos cursos analisados, o Curso Técnico em Informática foi preferencialmente selecionado por ser ofertado na maioria dos *campi* e por pertencer ao eixo tecnológico que possui o maior número de cursos no IFPR. Os demais cursos foram escolhidos aleatoriamente, buscando-se variações nos eixos tecnológicos, de acordo com a disponibilidade nas páginas virtuais dos *campi* (Tabela 1).

Tabela 1 - Lista de *campi* e cursos analisados (os nomes dos *campi* foram omitidos e codificados em letras de A a M).

Campus	**Curso(s)**	**Eixo(s) tecnológico(s)**
A	Informática	Informação e Comunicação
B	Informática	Informação e Comunicação
C	Eletromecânica	Controle e Processos Industriais
D	Informática	Informação e Comunicação
E	Informática	Informação e Comunicação
	Programação de Jogos Digitais	Informação e Comunicação
	Processos Fotográficos	Produção Cultural e Design
F	Edificações	Infraestrutura
	Informática	Informação e Comunicação
G	Informática	Informação e Comunicação
H	Biotecnologia	Ambiente e Saúde
I	Alimentos	Produção Alimentícia
J	Aquicultura	Recursos Naturais
	Informática	Informação e Comunicação
	Mecânica	Controle e Processos Industriais
K	Informática	Informação e Comunicação
L	Informática	Informação e Comunicação
M	Informática	Informação e Comunicação

Foram analisados o tempo de duração (em anos), a carga horária total dos cursos e a organização da matriz curricular (distribuição dos componentes curriculares ao longo dos anos e a respectiva carga horária). Com relação à matriz curricular, apenas os componentes curriculares da base comum foram analisados, tendo em vista a atual discussão acerca de uma base nacional comum curricular.

Devido às diferenças entre a duração das horas-aula, todas as horas foram convertidas para horas-relógio (60 minutos). No caso de *campi* que não faziam a distinção entre componentes do núcleo comum e componentes curriculares técnicos, as dimensões formativas gerais foram citadas de acordo com o texto do respectivo Projeto Pedagógico de Curso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os PPCs de 18 (dezoito) cursos técnicos integrados ao ensino médio, pertencentes a 8 (oito) eixos tecnológicos diferentes, em 13 (treze) *campi* do IFPR. A amostra de 18 (dezoito) cursos corresponde à cerca de 26% (vinte e seis por cento) do total de cursos técnicos integrados ofertados pelo IFPR no Processo Seletivo 2016.

Dos 8 (oito) eixos tecnológicos ofertados pelo IFPR, 7 (sete) estavam presentes nas amostras analisadas. Dentre os cursos analisados, 10 (dez) PPCs corresponderam ao curso técnico em Informática, dos 17 (dezessete) ofertados em todo o IFPR.

Os critérios adotados para seleção de cursos e *campi* permitiram comparar:

• currículos de cursos iguais, de diferentes *campi*;

• currículos de diferentes cursos e eixos tecnológicos, do mesmo *campi*;

• currículos de diferentes cursos, pertencentes ao mesmo eixo tecnológico, de diferentes *campi*,

• currículos de diferentes cursos e eixos tecnológicos, de diferentes *campi*.

Com relação à carga horária total do curso, todos os cursos analisados apresentaram carga horária superior à exigida pela Resolução CNE/CEB nº 06/2012, que corresponde a 3.000, 3.100 ou 3.200 horas, de acordo com o número de horas para as respectivas habilitações profissionais indicadas no Catálogo Nacional de Cursos Técnicos, seja de 800, 1.000 ou 1.200 horas (Figura 2).

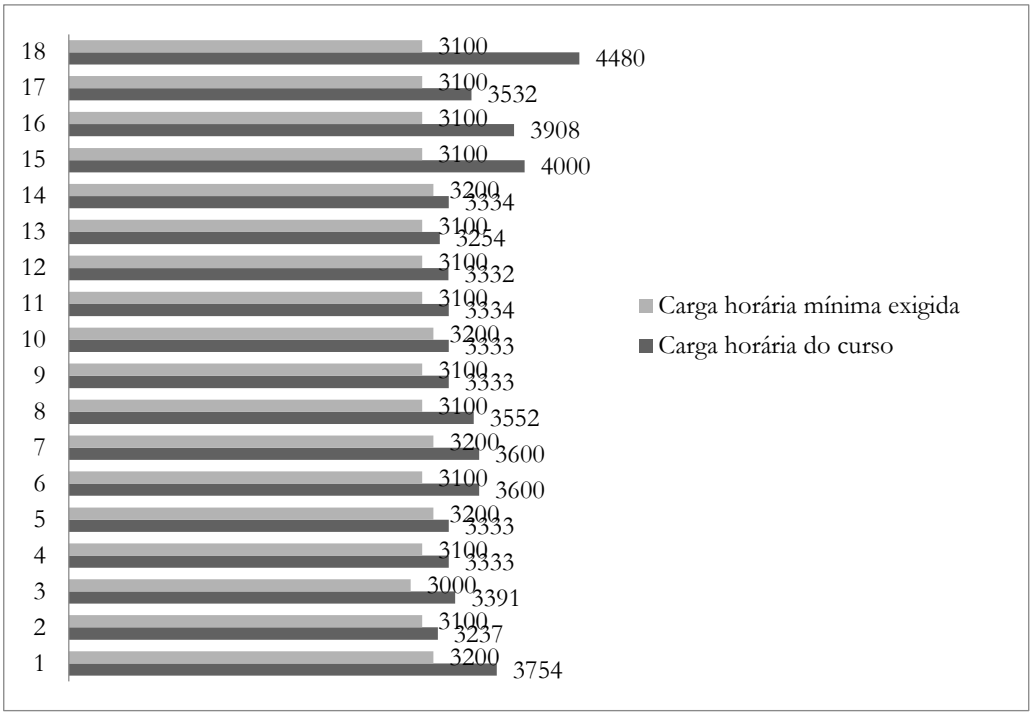


Figura 2 - Carga horária mínima e carga horária dos cursos analisados.

O excesso de carga horária pode refletir a dificuldade em estabelecer um diálogo entre os conteúdos da base comum e da área técnica e da própria compreensão sobre o ensino integrado. Ao invés de integrar, somam-se as cargas horárias estabelecidas para cursos técnicos e para o ensino médio, de acordo com o Catálogo Nacional de Cursos e pela Resolução CNE/CEB nº 06/2012, respectivamente, resultando no acúmulo de componentes na matriz curricular. Essa sobrecarga de componentes curriculares e a necessidade de aumento de carga horária refletem na necessidade de contra turnos, realidade já presente em diversos *campi* do IFPR, além de gerar uma carga excessiva de atividades para estudantes do ensino médio.

Integrar a educação básica com a educação profissional tem sido um desafio para gestores do ensino e professores, desde o planejamento dos cursos às atividades cotidianas em sala de aula. Muitas vezes, a formação profissional é discussão em detrimento da formação geral, e vice-versa, e não se sabe se componentes curriculares pertencem à formação geral ou à formação profissional (RAMOS, 2011).

Para Jordane (2013), onde há a preparação para o trabalho, a integração deve garantir que a educação geral seja parte inseparável da educação profissional, focando o trabalho como princípio educativo. O currículo integrado é aquele que

articula cultura, ciência e tecnologia, propiciando aos alunos, sobretudo jovens e adultos, uma formação ampla e crítica. Essa integração pressupõe a articulação entre as diferentes áreas do conhecimento científico, entre as áreas de formação profissionalizante e a formação para atuar como agente transformador da sociedade.

A integração da oferta do ensino médio com a educação profissional deve obedecer algumas diretrizes, como a integração de conhecimentos gerais e específicos; a construção do conhecimento pela mediação do trabalho, da ciência e da cultura; a utopia da superação da dominação dos trabalhadores e a construção da emancipação e formação de dirigentes. Nesse sentido, o ensino médio é a etapa da educação básica onde a relação entre ciência e práticas produtivas se evidencia; e é a etapa biopsicológica e social de seus estudantes em que ocorre o planejamento e a necessidade de inserção no mundo do trabalho, no mundo adulto. Disto decorre o compromisso com a necessidade dos jovens e adultos de terem a formação profissional mediada pelo conhecimento (RAMOS, 2008).

Em relação à organização curricular, é natural esperar que existam particulares em cada proposta pedagógica, principalmente se considerarmos os arranjos produtivos locais existentes em um Estado como o Paraná, com quase 400 municípios e 200 milhões de km² de área (IBGE, 2016)(IBGE, 2016). De fato, entre os cursos analisados, não foram encontrados sequer dois currículos idênticos. Cada matriz analisada apresentava algum tipo de singularidade, tornando-a diferente das demais.

As maiores diferenças foram encontradas nos *campi* que adotaram formas diferenciadas de organização curricular. Nesses casos, ao invés de fragmentar o conhecimento em componentes tradicionais, como usualmente é feito nas escolas, os conteúdos foram organizados em grandes eixos do conhecimento, ou áreas de formação, não seguindo necessariamente a nomenclatura presente da Resolução CNE/CEB nº 02/2012 ou nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2012b, 2013). Ainda, os conteúdos não são apresentados dentro de uma sequência preestabelecida, já que os próprios estudantes definem o que querem estudar em determinado momento, de acordo com os projetos que serão propostos e desenvolvidos pelo grupo. Nesses casos, o desafio em se adaptar a uma base comum curricular provavelmente será muito maior.

Nos cursos com organização mais tradicional, as diferenças envolviam nomenclatura dos componentes, carga horária e distribuição ao longo dos anos. Essas variações estavam presentes tanto em cursos de um mesmo campus, como em cursos de *campi* diferentes. As diferenças entre os componentes eram maiores em cursos de eixos tecnológicos e *campi* diferentes.

Com pequenas variações, os cursos adotaram a nomenclatura sugerida pela Resolução CNE/CEB nº 02/2012 para os componentes curriculares obrigatórios decorrentes da LDB (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1996, 2012b).

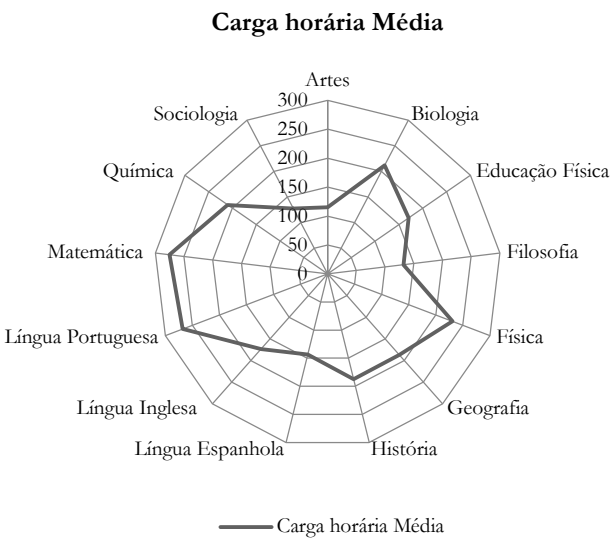
Cursos diferentes ofertados pelo mesmo campus apresentaram menor variação na nomenclatura dos componentes, com diferenças na distribuição ao longo dos anos. Essa diferenciação, ou personalização, pode ser interessante, já que cada curso pode requisitar um conhecimento maior em determinada área ou em determinado momento, dependendo do eixo tecnológico.

Independentemente do curso ou eixo tecnológico, percebeu-se nitidamente que os componentes de matemática e língua portuguesa são os que apresentam maior carga horária e estão entre os componentes ofertados em praticamente todos os anos do curso, mesmo naqueles com duração de 4 (quatro) anos (Tabela 4). Esse dado reflete a grande valorização às habilidades lógico-matemática e verbal-linguística, como já apontado por Gardner (1983, 1995).

A Lei nº 11684/2008 (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2008a) coloca a Filosofia e a Sociologia como componentes obrigatórios nos currículos do ensino médio. Mesmo assim, um campus optou por alternar os componentes ao longo dos 4 (quatro) anos do curso, contrariando a legislação vigente. Apesar de ser ofertada em todos os anos, nos outros *campi*, Filosofia e Sociologia figuram entre os componentes com menor carga horária nos cursos analisados, juntamente com Artes (Tabela 4).

Tabela 4 - Carga Horária Média dos componentes curriculares analisados.

Componente Curricular	Carga Horária Média
Artes	115,31
Biologia	212,13
Educação Física	170,38
Filosofia	132
Física	230,69
Geografia	187,13
História	187,13
Língua Espanhola	143,5
Língua Inglesa	173,44
Língua Portuguesa	267,75
Matemática	275,44
Química	210
Sociologia	127,81



Dentre os cursos técnicos integrados analisados, apenas 17% estavam organizados em 3 anos de duração, sendo que todos pertenciam ao mesmo campus. Os demais *campi* (83%) organizaram a matriz curricular dos cursos técnicos integrados em 4 anos de duração.

A duração mínima de 3 (três) anos para o ensino médio é estabelecida pela Resolução CNE/CEB nº 02/2012 (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2012b). A Resolução CNE/CEB nº 06/2012 e o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos definem a carga horária mínima para os cursos técnicos integrados, sem definir a duração ou a distribuição de conteúdos (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2012a, c).

A proposição de conteúdos para os 3 (três) anos do ensino médio pela BNCC parece não levar em consideração a duração diferenciada dos cursos técnicos integrados, o que pode levar à separação ainda maior entre componentes básicos e técnicos. Uma discussão recorrente nos *campi* do IFPR é a de destinar os 3 (três) primeiros anos para o ensino médio regular, e o último ano para os componentes técnicos específicos, ferindo claramente o conceito de curso integrado. Ainda, existe a preocupação com processos seletivos e concursos vestibulares para o ingresso em universidades. Não seria interessante excluir componentes do núcleo básico do último ano, pois o estudante ficaria muito tempo sem o contato com conteúdos avaliados nesses testes seletivos.

Embora os componentes técnicos não tenham sido objeto de estudo desse trabalho, é interessante perceber que um campus adotou nomenclatura diferenciada

para alguns componentes, como é o caso da Matemática para Edificações, sugerindo a integração entre conteúdos da formação profissional e da formação básica. Essa poderia ser uma possibilidade interessante para a integração dos conteúdos, evitando-se, assim, o inchaço dos currículos dos cursos integrados.

Um dos currículos de curso analisados pertencia a um campus que adotou a proposta trilíngue. A proposta trilíngue (português, inglês e espanhol) é uma opção do campus e está presente em todas as modalidades de ensino e de projetos, refletindo, consequentemente, na organização curricular. No campus com proposta trilíngue, percebe-se nitidamente o privilégio das línguas estrangeiras, com carga horária superior até mesmo aos componentes curriculares de matemática e língua portuguesa.

Matrizes semelhantes de cursos podem demonstrar a troca de informações entre os gestores da área de ensino, fazendo as devidas adaptações em seu campus.

Analisando-se as matrizes do Curso Técnico em Informática, presente em praticamente todos os *campi* do IFPR, todas apresentaram diferenças, apesar de se tratar do mesmo curso e eixo tecnológico. Essas diferenças podem ser conscientes, adaptando o melhor perfil de formação de acordo com a região, ou simplesmente ser um reflexo da desarticulação entre os gestores de ensino responsáveis pela proposição dos cursos.

Considerando um Instituto Federal que atualmente apresenta 24 (vinte e quatro) *campi* em um Estado de grande extensão territorial, é natural esperar grande diversidade de propostas curriculares. Essa diversidade é interessante principalmente quando a proposta de organização curricular em um campus é fruto da discussão consciente de um grupo de servidores preparados e comprometidos com o desenvolvimento da sua região e com a formação integral dos estudantes. A própria lei de criação dos Institutos Federais orienta a oferta formativa em benefício da consolidação e fortalecimento dos arranjos produtivos, sociais e culturais locais, identificados com base no mapeamento das potencialidades de desenvolvimento socioeconômico e cultural no âmbito de atuação do Instituto Federal (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2008c).

De acordo com (MACEDO, 2015), aceitar uma base comum como garantia de uma educação de qualidade ou como algo a se almejar diz respeito à mesmidade

que ela produz ao abstrair a diferença que não pode, assim, ser reconhecida como tal.

Da mesma forma que uma base curricular comum pode orientar possíveis servidores que não possuem a experiência ou o conhecimento necessário para discutir qual é a matriz mais adequada para seu campus ou facilitar processos administrativos, como a transferência de estudantes entre cursos ou entre *campi*, pode também limitar a criatividade e a proposição de ideias inovadoras para o ensino.

CONCLUSÃO

Através do presente estudo foram investigadas propostas de organização curricular de diferentes cursos e *campi* do IFPR.

Variações na duração do curso, turno de oferta, componentes eletivos, carga horária, nomenclatura dos componentes e organização da matriz curricular tornam os cursos bastante diferentes entre si. A diversidade de matrizes curriculares foi encontrada, por exemplo, em cursos iguais de *campi* diferentes e em cursos diferentes de um mesmo *campus*.

A diversidade de matrizes sugere a necessidade de orientações acerca da organização curricular para os componentes da base comum no ensino médio. Nesse sentido, a proposta da Base Nacional Comum Curricular, do Ministério da Educação, pode orientar a discussão do tema, garantindo, como normativa legal, que determinado assunto ou conteúdo seja trabalhado e discutido no ambiente escolar. Quando aprovado, o documento deve acarretar em profundas modificações na organização curricular das escolas no país, especialmente na organização de cursos técnicos integrados, tendo em vista suas particularidades.

Espera-se que o documento da Base Nacional Comum Curricular, pautado em outras legislações, não seja um documento que limite a liberdade criativa dos *campi* e produza currículos uniformes. Ainda, que uma base curricular comum permita a existência de escolas inovadoras e propostas criativas, respeitando o pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas já previstas na LDB e a autonomia das escolas e municípios. A troca de experiências entre professores e equipes de ensino sobre a organização curricular se faz necessária para fazer escolhas conscientes, ao invés de simplesmente replicar um modelo preexistente.

Referências

Carrano, P. (2016). A ANPEd lança a campanha Aqui já tem Currículo: o que criamos na escola... Retrieved April 4, 2016, from http://www.anped.org.br/news/anped-lanca-campanha-aqui-ja-tem-curriculo-o-que-criamos-na-escola

Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.

Gardner, H. (1995). *Inteligências Múltiplas - a Teoria na Prática* (1a). Porto Alegre: Artmed.

IBGE, I. B. de G. e E. (2016). Estados. Retrieved February 24, 2017, from http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pr

IFPR. (2015). Edital IFPR nº 21/2015. Processo Seletivo IFPR 2016 para ingresso nos Cursos Técnicos de Nível Médio. Retrieved August 4, 2016, from http://reitoria.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2014/10/Edital_21_2015_MEDIO.pdf

Jordane, A. (2013). *Constituição de comunidades locais de prática profissional: contribuições para a construção de um currículo integrado no curso técnico na modalidade de EJA*. Universidade Federal do Espírito Santo.

Macedo, E. (2015). Base nacional comum para currículos: direitos de aprendizagem e desenvolvimento para quem? *Educ. Soc*, 36(133), 891–908.

Ministério da Educação. (1996). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Retrieved August 4, 2016, from http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm

Ministério da Educação. (2000). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Retrieved August 4, 2016, from http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf

Ministério da Educação. Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro” (2003). Brazil.

Ministério da Educação. Lei nº 10.793, de 1o de dezembro de 2003. Altera a redação do art. 26, § 3º, e do art. 92 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que “estabelece as diretrizes e bases da educação nacional”, e dá outras providências. (2003). Brazil.

Ministério da Educação. Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005. Dispõe sobre o ensino da língua espanhola. (2005). Brazil.

Ministério da Educação. Lei nº 11.684, de 2 de junho de 2008. Altera o art. 36 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir a Filosofia e a Sociologia como disciplinas obrigatórias nos currículos do ensino mé (2008). Brazil.

Ministério da Educação. Lei nº 11.769, de 18 de agosto de 2008. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação, para dispor sobre a obrigatoriedade do ensino da música na educação básica. (2008). Brazil.

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. Retrieved August 4, 2016, from http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm

Ministério da Educação. Lei nº 12.287, de 13 de julho de 2010. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, no tocante ao ensino da arte. (2010). Brazil.

Ministério da Educação. Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (2012). Brazil. Retrieved from http://pronatec.mec.gov.br/cnct/

Ministério da Educação. Resolução CNE/CEB nº 2, de 30 de janeiro 2012. Define

Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. (2012). Brazil.

Ministério da Educação. (2012c). Resolução nº 6, de 20 de setembro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Retrieved August 4, 2016, from http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11663-rceb006-12-pdf&Itemid=30192

Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (2013). Brazil.

Ministério da Educação. (2015a). Base Nacional Curricular Comum. Retrieved April 4, 2016, from http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/conheca

Ministério da Educação. (2015b). MEC reconhece 178 organizações como inovadoras e criativas. Retrieved April 4, 2016, from http://criatividade.mec.gov.br/noticias/61-mec-reconhece-178-organizacoes-como-inovadoras-e-criativas-2

Ministério da Educação. (2016a). Alguns Números da Consulta Pública. Retrieved April 4, 2016, from http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/numeros-contribuicao

Ministério da Educação. (2016b). O que é a Base Nacional Comum Curricular? Retrieved March 28, 2016, from http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/conhecaTextosIntrodutorios

Ramos, M. N. (2008). Reforma da Educação Profissional: Contradições na Disputa por Hegemonia no Regime de Acumulação Flexível. *Trabalho, Educação e Saúde*, 5(3), 545–558.

Ramos, M. N. (2011). O currículo para o ensino médio em suas diferentes modalidades: concepções, propostas e problemas. *Educação & Sociedade*, 32(116), 771–788.

4.2 Artigo 2

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

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-aprendizagem. Para avaliar o potencial didático dessas estratégias, aulas de Biologia Celular foram aplicadas a 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: Técnicas 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 applied 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 técnica 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 conteúdos, e a disciplina imposta é o meio mais eficaz para assegurar a atenção e o silêncio (Luckesi, 1992; Mizukami, 1986). 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 (Bridges, 1975; 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 reprodutor. 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 técnicas 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 (Enguita, 1989; Libâneo, 2013; Mizukami, 1986; Tondeur, Hermans, van Braak, & Valcke, 2008). Apresentar evidências da eficiência de técnicas de ensino diferenciadas pode auxiliar professores a fazerem escolhas conscientes, e não simplesmente decorrentes do reprodutivismo.

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-aprendizagem (Carlan, Maria, Sepel, Lucio, & Loreto, 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 (Autor 1).

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 técnicas de ensino, elementos constituintes do processo pedagógico, merecem um olhar cuidadoso.

Diferentes estratégias para diferentes objetivos

As técnicas 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 (Veiga et al., 2011). Considerando que toda técnica de ensino é envolvida por determinados ideais educativos, o que se pretende, de fato, é melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Não é a técnica que define o ideal educativo, mas o contrário. Embora não sejam elementos suficientes ao processo de ensino e aprendizagem, as técnicas 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; Gil-Perez & Carvalho, 2009).

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 (Autor 1).

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, Guimarães, Guimarães, & Franco, 2013; Pauling, 1982; Singer & Nicolson, 1972). 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; Autor 1; 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 de conteúdos, 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 (Autor 1). 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 (Autor 1). Diversos estudos demonstraram o aumento do rendimento dos estudantes quando trabalham cooperativamente em sala de aula (Anner, Chatman, & Allen, 2003; Hijzen, Boekaerts, & Vedder, 2007; Pavão, 2000; Autor 1; 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; Autor 1). 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 (Calvino, 1990; Pavão, 2000; Autor 1; Autores 1 e 2; Rodrigues, 2004).

Alguns questionamentos

A aula expositiva se contrapõe a diversas técnicas 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 técnica 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 técnicas 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?

Através do presente trabalho, buscou-se 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

Utilizando diferentes técnicas de ensino e aprendizagem, aulas de Biologia Celular foram aplicadas a estudantes do ensino médio em escolas públicas no Estado do Paraná.

Amostra e aplicação das aulas

As aulas foram aplicadas em instituições públicas de ensino, localizadas em 14 cidades no Estado Paraná. 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).

As metodologias foram aplicadas a estudantes do 1º ano letivo do ensino médio, sendo que 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	Metodologia
Federal	23	905	Aulas expositivas, RNL, RPG
Estadual 1	4	121	Estadual
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 fazem 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, Carvalho, dos Santos, Aguilar, & Campos, 2013; Linhares & Gewandsznadjer, 2014; Lopes & Rosso, 2013; Mendonça, 2013).

As turmas foram organizadas nos seguintes grupos:

*Aulas Expositiva*s - 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, 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.

Todas as atividades foram planejadas para terem a duração aproximada de duas aulas de 50 minutos, aplicadas 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 aplicação 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. 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. A resolução de questões discursivas e a elaboração de mapas conceituais através de respostas aleatórias são mais difíceis, e o conteúdo inapropriado seria avaliado no próprio ato de correção. Dessa forma, não foram elaboradas questões de balizamento para comparar o desempenho nas questões discursivas e mapas conceituais.

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 durantes as aulas, de acordo com as técnicas 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 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. Os professores também foram estimulados a registrar observações gerais durante ou logo após as aulas para relatar impressões 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 R2) 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).

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 R2 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.

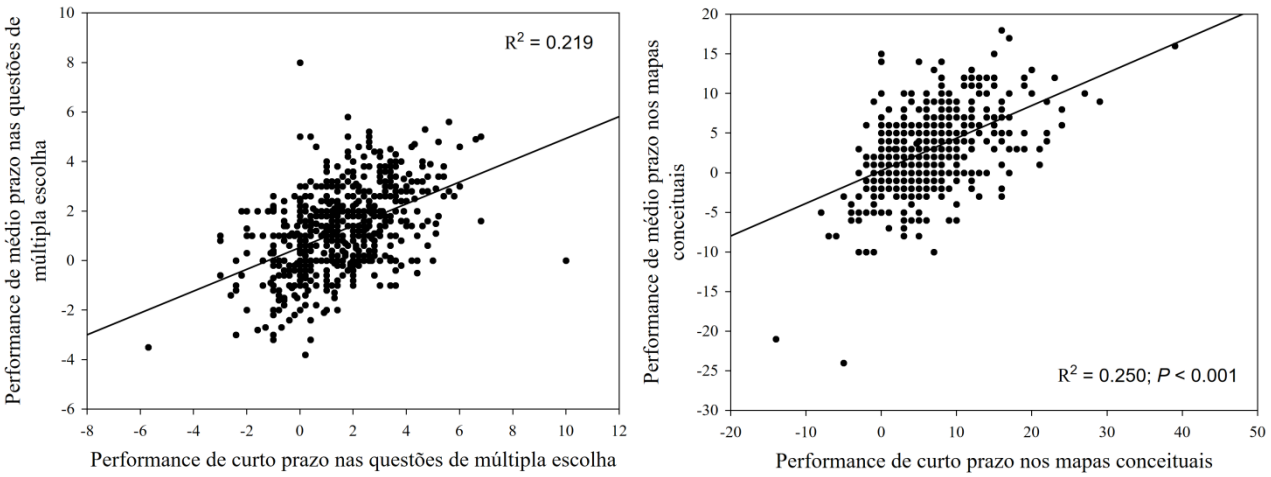


Figura 1 – Relação entre performances de diferentes períodos. A porcentagem de explicação de uma regressão linear, assim como a probabilidade de erro do tipo I estão mostradas nos gráficos. À esquerda, a relação entre as performances nas questões de múltipla escolha, em curto e médio prazo. À direita, 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 om 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 a 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 2c). 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 2c).

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 ficaram 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.

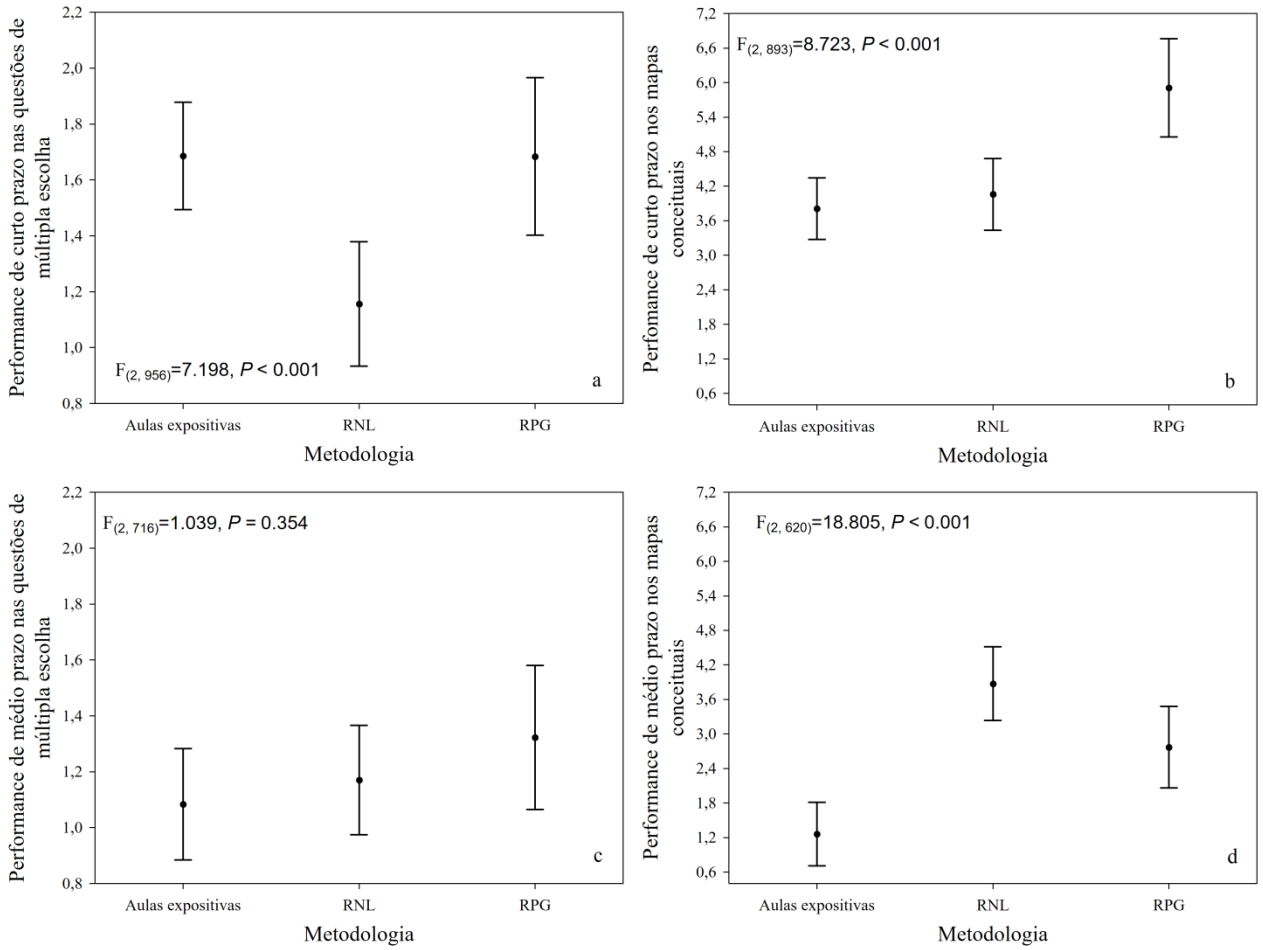


Figura 2 – Relação entre as performances e as metodologias de ensino, mostradas pela média (± 95% Intervalo de confiança). Os resultados de uma Análise de Variância Unifatorial estão mostrados no gráfico. Diferenças entre médias podem ser comparadas se os intervalos de confiança não cruzam as médias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

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 2b).

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.

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; Autor 1).

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, a 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 2 do Material Suplementar.

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 possiblidades 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 técnica didática diferenciada em sala de aula em comparação com as aulas tradicionais. Além de recomendar a utilização de técnicas ativas de ensino e aprendizagem, as autoras classificam os jogos de representação como técnicas 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.

Autor 1 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, Rodrigues, Garcia, & Costa (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 técnicas 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 Laburú et al. (2003), 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 a aplicação 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 3 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 4 do Material Suplementar. Fotos das atividades realizadas também estão disponíveis na figura 5 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'".*
> *"Também fiquei contente...eu achei que nos mapas eles mesmos conseguiram perceber o quanto eles aprenderam do primeiro mapa para o segundo".*

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 na aplicação 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 aplicação 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".*
> *"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".*
> *"Você pode me enviar os fosfolipídios e a molécula 2D que você me enviou na prática? Eu estou com uma ideia para o doutorado".*

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

As aulas expositivas têm ocupado lugar de destaque nas práticas docentes, pois é a estratégia mais fácil para se apresentar um conteúdo a grandes grupos, ou quando as condições de infraestrutura são limitantes (Marzano et al., 2008). A exposição oral pode conferir sensação de segurança e de dever cumprido ao professor, que tem sua posição de destaque garantida, e a responsabilidade em relação à apropriação dos conteúdos é transferida aos estudantes. Contudo, os resultados indicam que ela 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, quando comparada às aulas expositivas.

Diferentes estratégias e abordagens pedagógicas podem ter efeitos significativos na qualidade do aprendizado e devem ser inseridas pelos professores em sala de aula, possibilitando privilegiar diferentes habilidades e capacidades. Métodos alternativos à aula expositiva podem ser tentativas de suprir necessidades variadas e de estabelecer um aprendizado significativo para o estudante (Ball & Perry, 2009). Tratando-se do processo de ensino-aprendizagem, é fundamental que existam oportunidades para que os estudantes possam desenvolver suas potencialidades e corrigir suas deficiências (Lash, 2004).

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 (Cordeiro, 2014).

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 aplicadas favoreceram o processo de ensino e aprendizagem.

Apesar das críticas, é preciso ser cuidadoso para não rejeitar voluntariosamente 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 (Gil-Perez & Carvalho, 2009). 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-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.

REFERÊNCIAS

Acco, T. (2016). Como ingressar no CEP. Acesso em 04 de agosto de 2016, http://www.cep.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=167

Amabis, J. M., & Martho, G. R. (2010). *Biologia* (3ª). São Paulo: Moderna.

Anner, 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.

Autor 1 (referência omitida para evitar a identificação dos autores do trabalho).

Autores 1 e 2 (referência omitida para evitar a identificação dos autores do trabalho).

Ball, I., & Perry, C. (2009). An exploration of individual differences in teachers temperaments and multiple intelligences. *Problems of Education in the 21st Century*, 21, 21–32.

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, 749–764.

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.

Brandão, C. R. (2003). *O que é educação* (43ª). São Paulo: Editora Brasiliense.

Bridges, D. (1975). What's the use of Lectures? *Journal of Philosophy of Education* (Vol. 9). San Francisco, California: Jossey-Bass Publishers. http://doi.org/10.1111/j.1467-9752.1975.tb00431.x

Buzbee, L. (2014). *Blackboard: A Personal History of the Classroom*. Education. Miinneapolis, Minnesota: Gray Wolf Press.

Calvino, I. (1990). *Seis propostas para o próximo milênio* (3ª). São Paulo: Companhia das Letras.

Carlan, F. de A., Maria, L., Sepel, N., Lucio, E., & Loreto, S. (2014). Teaching Cell Biology in Primary Schools. *Education Research International*, 2014, 1–5.

Catani, A., Carvalho, E. G., dos Santos, F. S., Aguilar, J. B. V., & Campos, S. H. de A. (2013). *Ser protagonista: Biologia* (2ª). São Paulo: 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.

Demo, P. (2005). *A educação do futuro e o futuro da educação*. Campinas: 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.

Depresbiteres, L., & Tavares, M. R. (2009). *Diversificar é preciso...: instrumentos e técnicas de avaliação de aprendizagem*. São Paulo: Editora Senac.

DiCarlo, S. E. (2006). Cell biology should be taught as science is practised. *Nature Reviews*. Molecular Cell Biology, 7(4), 287–90.

Enguita, M. F. (1989). *A Face Oculta da Escola: educação para o trabalho no capitalismo*. Porto Alegre: Artes Médicas.

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. *Anais Do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 1, 1–12.

Frankel, F. (2004). The power of the “pretty picture.” *Nature Materials*, 3, 417–419.

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. http://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

Freire, P. (2006). *A importância do Ato de Ler: três artigos que se completam*. São Paulo: Cortez.

Gama, A. F. (2017). *A célula no divã*. Curitiba: Editora CRV.

Gil-Perez, D., & Carvalho, A. M. P. de. (2009). *Formação de professores de Ciências* (9ª). São Paulo: Cortez Editora.

Gygax, G., & Arneson, D. (1974). *Dungeons & Dragons*. Rio de Janeiro: Devir.

Hande, S., & Hande, M. (2009). A Handy Interactive Class For Teaching Introductory Cell Biology. *The Journal of Effective Teaching*, 9(1), 48–53.

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.

Huizinga, J. (2005). *Homo Ludens*. São Paulo: Perspectiva.

IFPR. (2015). Edital IFPR no 21/2015. Processo Seletivo IFPR 2016 para ingresso nos Cursos Técnicos de Nível Médio. Acesso em 04 de agosto de 2016, 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.

Laburú, C. E., Arruda, S. de M., & Nardi, R. (2003). Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 247–260.

Lash, M. D. (2004). Multiple intelligences and the search for creative teaching. *Paths of Learning*, 22, 13–15.

LeClair, E. E. (2003). Alphatome-Enhancing Spatial Reasoning. *Journal of College Science Teaching*, 33(1), 26–31.

Libâneo, J. C. (2013). *Didática* (2ª). São Paulo: Cortez.

Linhares, S., & Gewandsznadjer, F. (2014). *Biologia Hoje* (2ª). São Paulo: Ática.

Lira, B. C. (2016). Práti*cas pedagógicas para o século XXI: A sociointeração digital e o humanismo ético*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes.

Lopes, S., & Rosso, S. (2013). Bio (2a). São Paulo: Saraiva.

Lord, T. R. (1990). Enhancing Learning in the Life Sciences through Spatial Perception. Innovaitive Higher Education, 15(1), 5–16.

Luckesi, C. C. (1992). *Filosofia da Educação*. São Paulo: Cortez.

Martini, M. (2015). *El uso de modelos. Para Educar*. Ministério de Educación de la Nacíon 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, Brasil: Artmed.

Mendonça, V. L. (2013). *Biologia* (2ª). São Paulo: 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. Acesso em 04 de agosto de 2016, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm

Mizukami, M. da G. N. (1986). *Ensino: as abordagens do processo*. (EPU, Ed.). São Paulo.

Novak, J. D. (2003). The promise of new ideas and new technology for improving teaching and learning. *Cell Biology Education*, 2(2), 122–132.

Osório, N. S., Rodrigues, F., Garcia, E. A., & Costa, M. J. (2013). Drawings as snapshots of student cellular anatomy understanding. *Medical Education*, 47, 1120–1121. http://doi.org/10.1111/medu.12349

Pauling, L. (1982). *The Discovery of the Alpha Helix*. Acesso em 21 de novembro de 2016, https://paulingblog.wordpress.com/2011/03/09/the-alpha-helix/

Pavão, A. (2000). *A aventura da Leitura e da Escrita entre Mestres de Roleplayng Game (RPG)* (2ª). Rio de Janeiro: Devir.

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. http://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n3p23

Rodrigues, S. (2004). *Roleplayng Game e a Pedagogia da Imaginação no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertarnd Brasil.

Saviani, D. (1991). *Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educaçao e politica* (24ª). São Paulo: Cortez : Autores Associados.

SEED, S. D. E. D. E. Instrução Conjunta no 001/2014 - SEED/SUED/-SUDE. Orienta a Matrícula nas Instituições de Ensino da Rede Estadual, Escolas de Educação Especial e Escolas Conveniadas para o ano letivo de 2015. (2014). Brasil.

Singer, S. J., & Nicolson, G. L. (1972). The Fluid Mosaic Model of the Structure of Cell Membranes. *Science*, 175(18), 720–731.

StatSoft Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. Tulsa. Retrieved from www.statsoft.com.

Tang, Y.-Y. (2017). *Brain-Based Learning and Education. Principles and Practice. Brain-Based Learning and Education*. Lubbock, Texas: Academic Press. http://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. http://doi.org/10.1187/cbe.04-07-0050

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.

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: 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* (3ª). Campinas: 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?* (21ª). Campinas: Papirus Editora.

Veselinovska, S. S., Gudeva, L. K., & Djokic, M. (2011). Applying appropriates methods for teaching cell biology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2837–2842.

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. http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.364.

MATERIAL SUPLEMENTAR

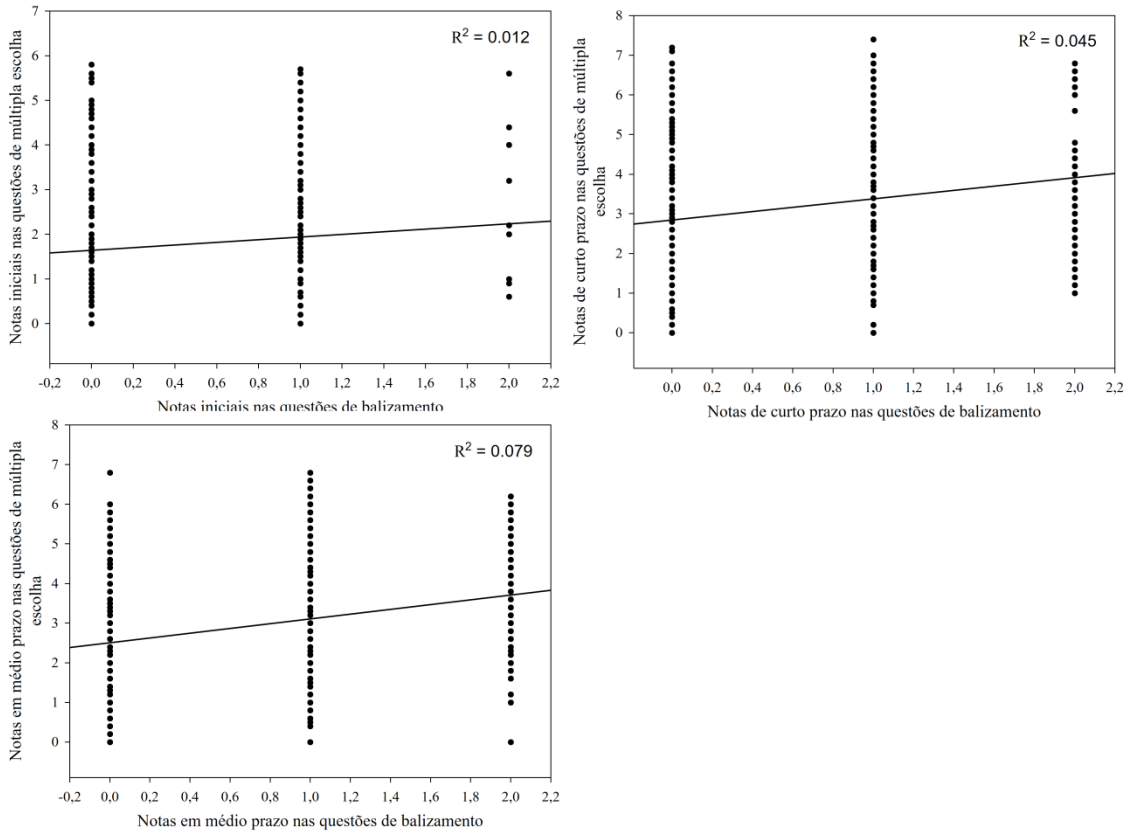


Figura 1 - Relação entre balizamento e notas de questões. A porcentagem de explicação de uma regressão linear está mostrada no gráfico. Como o objetivo é avaliar a força de um possível viés, não é mostrado o erro do tipo I, que foi < 0.05 para todas as relações.

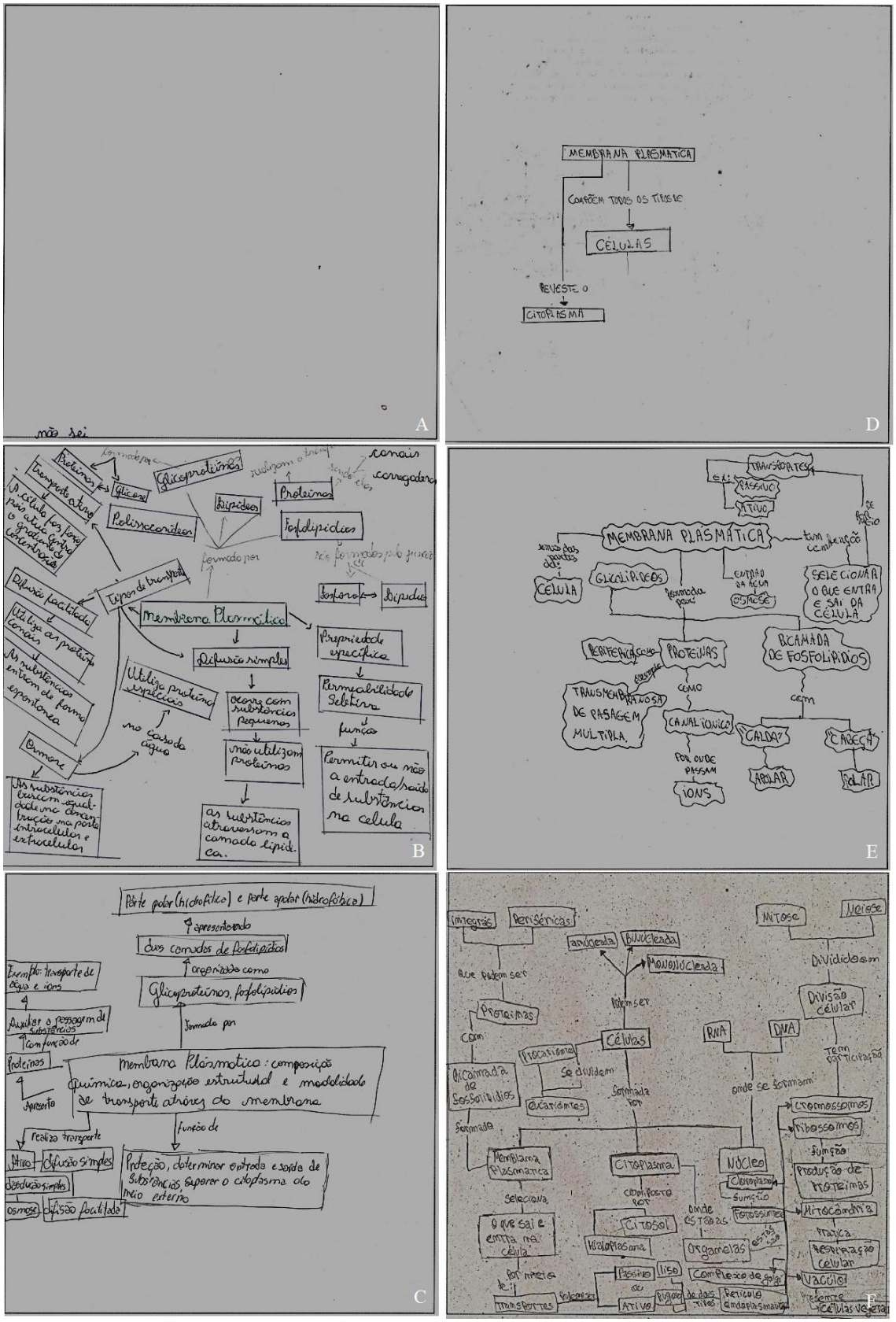


Figura 2 – Exemplos de mapas conceituais desenvolvidos por dois estudantes (A-C e D-F) nas diferentes fases de avaliação (1 – inicial, 2 – curto prazo, 3 – médio prazo). Os mapas ilustram o aprendizado alcançado em curto prazo, bem como a retenção dos conteúdos e a capacidade de estabelecer relações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

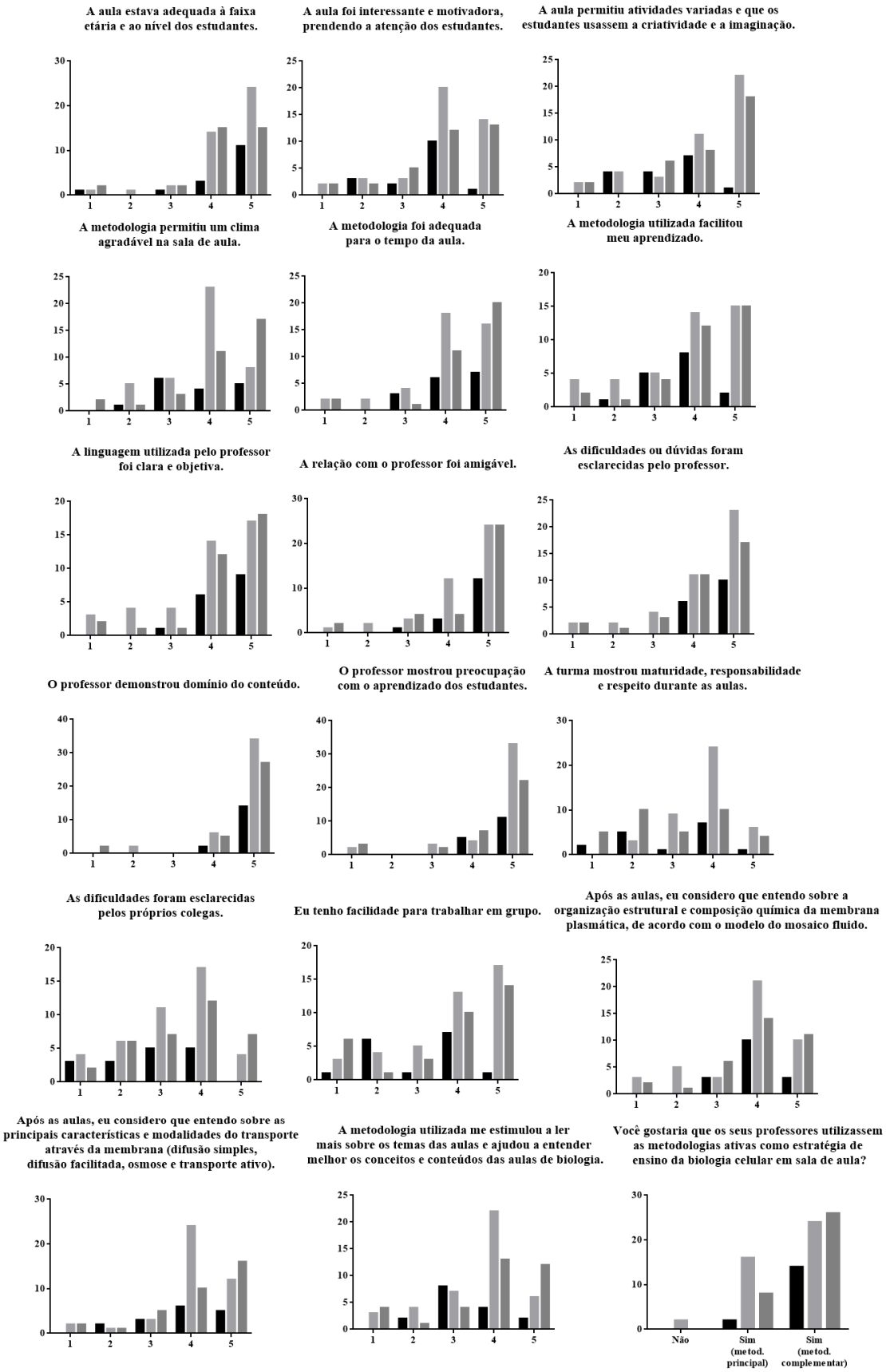


Figura 3 – Compilação das respostas dos estudantes no questionário para avaliar a percepção sobre as metodologias utilizadas. 1 – Discordo completamente, 2 – Discordo parcialmente, 3 –Indiferente, 4 – Concordo parcialmente, 5 – Concordo completamente (■Aulas expositivas, ■ RNL, ■ RPG).

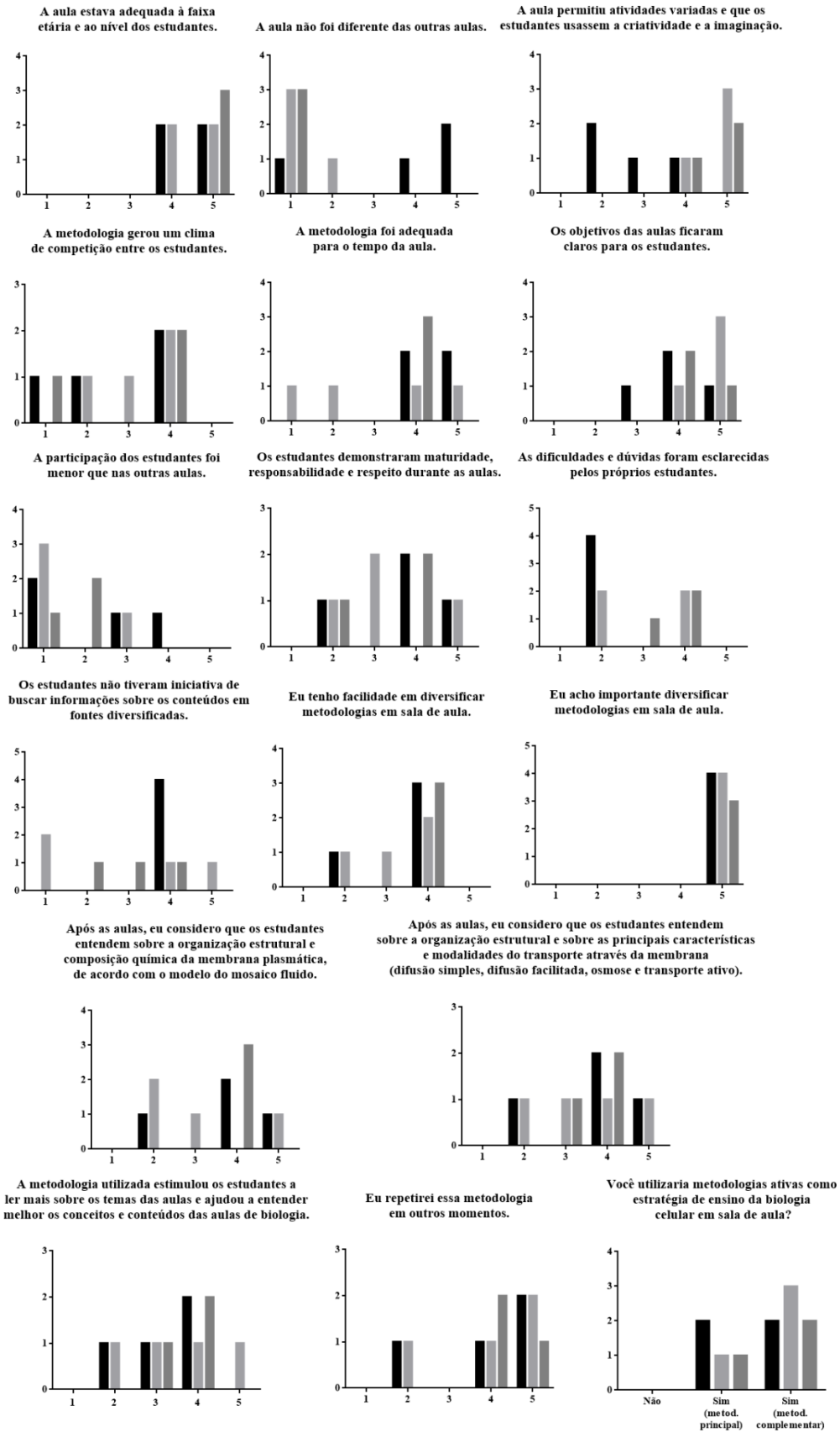


Figura 4 – Compilação das respostas dos estudantes no questionário para avaliar a percepção sobre as metodologias utilizadas. 1 – Discordo completamente, 2 – Discordo parcialmente, 3 –Indiferente, 4 – Concordo parcialmente, 5 – Concordo completamente (■Aulas expositivas, ■ RNL, ■ RPG).

Figura 5 – Estudantes participando das atividades propostas durante as aulas de Biologia Celular (A-N = Representações não linguísticas, O-W = *Role-Playing Game*).

4.3 Artigo 3

The teacher of cell biology and his/her practices

Abstract

Cell Biology has as its object of study not only the use of scientific language, but also the use of abstract contents and concepts. These objects must be approached properly during the teaching/learning process. As the specificities that characterize the practice of Biology teachers in high school are identified, it is possible to understand the challenges faced by them and to seek strategies and methodologies to improve the teaching/learning process of Cell Biology. The profiles of Biology teachers, who are currently teaching in public schools of the State of Paraná, were analyzed in order to obtain an overview of the practices that are developed routinely in schools and classrooms. The teachers answered a survey and participated in semi-structured interviews, in order to analyze their professional profile and the teaching methodologies they apply. Although they constitute a young but experienced group, their classes focus on pedagogical practices that are considered traditional, in contradiction to several more modern teaching techniques, which could contribute to a more active participation of the students.

Keywords: Cell biology teaching; Cell biology teachers; Teachers' profile; Teaching methodologies.

Introduction

The challenges of the classroom

There is no neutrality in the teaching practice. The school can reflect and reproduce the injustices of society, but it can also be the innovative strength that society needs. Through the actions of teachers, it is possible to bring about desirable changes for a more just and egalitarian society, provided that the pedagogical proposal and the methodologies used throughout the teaching/learning process are clear. In order to become the innovative strength of society, the practices developed in school must be more critical and less alienating. Also, this exercise must seek dialogue as a central axis of the teaching/learning process and ensure a high quality education that takes into account social and collective differences (Freire, 2006; Nóvoa, 2017; Nóvoa, 2007).

The process of education should enable the development of students in proportion to their capacities. Thus, the characteristics and skills required from a good teacher are the same as the ones that define a good education. The teacher today must know his/her students and plan his/her actions according to their profiles, thus, assuming an important role in advising, observing and evaluating the performance of these students (Brown, Friedrichsen, & Abell, 2009). Considering this, the methodologies and strategies used in classroom may lead to a closer relationship between teachers and students, improving the teaching/learning process as a whole (Beijaard, Verloop, & Vermunt, 2000; Castanho, 2016; Ulug, Ozden, & Eryilmaz, 2011).

Students and teachers have different skills and potentials, as well as different interests and objectives, which is something inherent to the human diversity itself. In a standard classroom, the students form a rather heterogeneous class, and the teacher has the role of discovering alternatives that lead not only to the development of their cognitive knowledge, but also to the development of a deeper awareness of the students as social individuals (Delgoshaei & Delavari, 2012; Gardner, 1983, 1995; Petruta, 2013; Sternberg & Grigorenko, 2004; Sulaimana, Abdurahman, & Rahim, 2010; Wood, 2009).

Even with all the technology and educational tools available, the teacher continues to be a key figure in the teaching/learning process. However, his/her role

should not be limited only to the transfer of information and application of periodic exams (Güzel, Özdöl, & Oral, 2010; Ulug et al., 2011). The teacher is responsible for assisting the students with the transformation of information into knowledge, and with the development of skills for studying, researching, troubleshooting and communicating. Although traditional lessons may be effective to transmit a large amount of content to a large number of students, this one-way path usually promotes passive and superficial learning, and fails to stimulate motivation, confidence and enthusiasm of students (Armbruster, Patel, Johnson, & Weiss, 2009).

Different strategies and pedagogical approaches must be applied by teachers in classroom, since they may have significant effects on the learning quality, allowing the teacher to favor different types of students and their different abilities (Veselinovska, Gudeva, & Djokic, 2011). For this reason, it is important for teachers to acquire flexible teaching strategies, since not everyone learns in the same way (Veiga et al., 2011, 2013). This is not a matter of worrying only with the forms and methods of teaching while leaving aside the contents and their importance. This is, actually, a matter of considering the possibility that alternative methods may help to supply varied needs, thus establishing a significant learning for the student (Ball & Perry, 2009; Veiga et al., 2012).

Teachers can choose certain methodologies based on their belief in a particular pedagogical or scientific vision (Libâneo, 2013; Mizukami, 1986). Their choice can also be influenced — or limited — by the institutional, social and cultural context, or by their confidence on their own professional experience and empirical results obtained (Tondeur, Hermans, van Braak, & Valcke, 2008). Teaching methods, educational technologies, contents and forms of evaluation, objects of teaching and social purposes are quite diverse. In face of this diversity, the teacher must make choices, combining the old with the new, the traditional with the modern (Veiga et al., 2013).

The analysis of the profile of teachers regarding the teaching/learning process can help to understand their beliefs, thus opening a way to understand the nature of the practices promoted in the classroom and how the teachers develop their own professional knowledge (Verjovsky & Waldegg, 2005). The beliefs of teachers about the teaching/learning process, which are impregnated in their profiles, are usually shaped along their academic and training trajectories. These beliefs can influence, in a meaningful way, many aspects of their work, such as the planning of lessons, the

evaluation methodologies and the relationship with the students (Jacobs et al., 2014; Tondeur et al., 2008).

Science education

In addition to the complexity of the interactions among the individuals involved in the educational process, it is important to consider that some courses or contents may present additional challenges to the students and teachers. In this regard, Science education, in particular, has attracted the attention of many researchers (Aguiar et al., 2017; DiCarlo, 2006; Hande & Hande, 2009; Miller, 2010; Veselinovska et al., 2011).

Science has a language with specific characteristics and its contents are full of new words and definitions, which are often not part of the vocabulary or the routine of students. In the educational context, the establishment of a communicative standard in the classroom, with dialogic and interactive characteristics, serves the purpose of understanding and overcoming these differences. The improvement of teaching tools may allow this overcoming, since the teaching of Science involves, precisely, the understanding of the modus operandi of this scientific language (Gil-Perez & Carvalho, 2009).

According to Andrade, Zylbersztajn, & Ferrari (2002), it is necessary to use a less rigid and more expressive style in Science education to facilitate the teaching/learning process. The traditional educational model can hinder the interest for science and must be rethought as early as possible, since initial levels. This precaution should be taken on behalf of creativity, rationality, truth and tolerance, which are qualities inherent to science (Klebis, 2015).

To simply present the information is often not enough, since the students must be involved and interested for the learning process to happen effectively (DiCarlo, 2006). In order to promote an active learning that truly breaks the barrier of memorization of names or processes, it is important to present the content as problems that must be solved. Andrews, Leonard, Colgrove, & Kalinowski (2011) indicate that students in Science courses often present difficulties in learning fundamental concepts, and that many of these difficulties can be attributed to the passive role they assume during traditional classes.

According to Veselinovska et al. (2011), the success of Science learning is closely related to the methods used by teachers and students. It is not enough for the teacher to have an extensive knowledge. The teacher must select contents and choose methodologies that are consistent with his/her educational intentions. A good teacher does not refuse to innovate or to examine, venture and experiment new proposals, since his/her commitment must be with high learning quality.

Small dimensions, big challenges?

If Science education deserves, in many aspects, a careful look, it is equally important to analyze the teaching/learning process in its specific areas (Miller, 2010). In the case of Biology, Santos, Schüneman, Libardi, & Ferreira (2017) recognize that this subject transforms rapidly, but they indicate that the interest of the students regarding this field does not advance at the same speed. Although Biology is present in everyday life and currently stands as a science, the students do not seem to recognize its degree of importance in the classroom.

Cell Biology is a field of Biology that explores the structure, functions, development and regulation of the cells. Thus, the abstract concepts arising from the microscopic and submicroscopic aspects of life seem to comprise the main difficulties of this teaching/learning process (Carlan, Maria, Sepel, Lucio, & Loreto, 2014; Gama, 2017).

Teaching and learning Cell Biology are not simple tasks, and to promote the involvement of students, in order to ensure their concentration on the proposed activities, is a great challenge for the teachers. Even in classes with several multimedia materials, such as movies and animations, students may find difficulties in understanding the covered topics (Authors, 2011).

An overview of the profile of teachers who teach Cell Biology contents in high school, may contribute to a better understanding of the main challenges faced in the school's routine. Consequently, this analysis can assist in the search for strategies and methodologies that favor the teaching/learning process.

In the present work, a profile analysis of Biology teachers from public schools in the State of Paraná is presented. The Cell Biology theme was chosen regarding its set of abstract contents and the reduced dimensions of the cellular constituents. These factors are considered as additional challenges to the teaching/learning

process and, for this reason, they could justify the diversification of teaching strategies (Authors, 2011).

The proposal of this research is to reflect about the teaching/learning process of Cell Biology, which is an important area of Biology, and considers the following questions: a) What are the main teaching strategies used by teachers in the classroom?; b) Is it possible to make some kind of correlation regarding the alleged loss of interest by students?; c) And which factors may be related to the limitation of the teaching activity?

A general overview of the constitution of the Biology teachers who work in high schools was presented in this study. Also, the daily practices employed in schools and classrooms were analyzed. Finally, the necessity for diversified methodologies during the teaching/learning process was proposed. This work is justified mainly by the scarcity of information available about the teaching/learning process of Cell Biology, and about the profile of teachers and students in high school.

Methods

The methodological path taken started from the application of an online questionnaire and conduction of semi-structured interviews with Biology teachers who work regularly in public educational institutions.

Public schools that offer high school in the State of Paraná were chosen. The schools were selected based on their quite diverse realities, especially regarding their location and form of admission, in order to make the sample more representative and heterogeneous.

One of the institutions has a pluricurricular and *multicampi* structure and is spread across 24 cities of the State of Paraná. From this institution, at least one teacher of each campus participated in the interviews. This federal institution is characterized by an establishment of basic, technical and technological education. Additionally, this institution is specialized in the offer of professional and technological courses (Ministério da Educação, 2008). The admission in courses from this establishment occurs through a selective process, which is composed by a test with objective questions and short essay writing.

The other two institutions are state public schools that offer regular high school. One of them is located in a peripheral neighborhood of Curitiba/PR. In this

school there is no selection process and admission is done through enrolment at the school, in accordance with the rules established by the Paraná State Department of Education (SEED, 2014). The other one is the biggest and oldest public school in the State of Paraná, located in Curitiba's downtown. In this school the admission is done through a classificatory process that analyzes the students' performance in the last years of primary school. The highest averages in all subjects are summed and used for classification (Acco, 2016).

The first questionnaire was composed by thirteen multiple-choice objective questions and was developed using the Google Forms tool. The access link to this questionnaire was sent via e-mail to the teachers, who had previously agreed to participate in the study (n = 34).

In addition to this online questionnaire, a questionnaire with open-ended questions was also developed, in order to collect more comprehensive information about the educators' teaching profiles and their insights about the teaching/learning process of Cell Biology. This questionnaire was composed by nine open-ended questions and was applied in the form of a semi-structured interview. The interviews were conducted according to the recommendations proposed by DiCicco-Bloom & Crabtree (2006). During the transcription process of the interviews, small changes were made in order to improve the understanding of the answers, however, without compromising their content. Both questionnaires had the goal of obtaining the impressions of the teachers about their teaching profile, and the difficulties related to the teaching/learning process of Cell Biology.

All of the teachers that answered the online questionnaire, also participated in the semi-structured interviews (n = 34). Due to the *multicampi* structure of the Federal institution and the distance between the several campuses, some interviews were conducted by telephone or video-conference. Any further questions were clarified by email, phone or chat.

The analysis of the content of the interviews was conducted according to the recommendations of Bardin (2011). For each question, the statements were assembled into categories in accordance with their main focus, from which the content of the message was analyzed. The statements that were considered the most significant, in relation to the main focus of that set of results, were transcribed and inserted throughout the text to illustrate the opinion of the teachers.

The data obtained through the online questionnaire was arranged in tables for further correspondence analysis between the information collected. Some of the results and graphs of the analyses have been omitted throughout the text, but can be found in the Supplementary Material.

The project was approved by the Human Research Ethics Committee (HRECs) of the Clinical Hospital (Hospital de Clínicas – HC) of the Federal University of Paraná (UFPR) (Opinion: 1.145.630, CAAE: 42163015.8.0000.0102). The participation of teachers was voluntary and conditioned to the signature of a Free and Informed Consent Term (TCLE).

Results and Discussion

About the teachers

A total of 34 Biology teachers were interviewed, in 24 cities from the State of Paraná, of which 53% were women. Despite being a young group – 91% of the teachers were aged 25 to 49 – they were fairly experienced, since 76% of them have been teaching for more than six years. Garcia (2010) considers as experienced a teacher with at least five years of experience.

When evaluating their own ability to explain the contents of Cell Biology, the majority of the younger teachers, aged 25 to 39, judged that they are usually *very clear* or *considerably clear*. Also, regarding their confidence in relation to the contents of Cell Biology, they judged their knowledge as *adequate* or *very good*. Among the teachers aged 40 to 59 years, the number of those who judged themselves as educators that *hardly teach beyond what is in the textbook* and *sometimes leave the students in doubt during explanation* showed to be high. The number of teachers aged 40 to 59 that evaluate their knowledge as *a little poor* or only *adequate* also showed to be high(Figures 1a and 1b).

The teachers with up to 2 years of experience presented great confidence in relation to the contents of Cell Biology. Questionings regarding this matter seemed to be raised only by teachers with 10 or more years of classroom experience, because they evaluated their knowledge as *adequate* or even *a little poor* (Figure 1c).

Regarding their ability to explain the contents, teachers with up to 2 years of experience have the perception of being *exceptionally clear and informative*, *very*

clear, or *usually very clear*. Questionings about the teaching activity itself seems to be raised by teachers with 10 years or more of experience, when they admit that they *hardly teach beyond the textbook* or, eventually, *leave the student in doubt* (Figure 1d).

The younger teachers, who are in the beginning of their teaching activity, present self-confidence regarding the contents they teach and also a perception of clarity in the explanation of Cell Biology concepts. Additionally, the classroom experience seems to raise professional questionings in relation to the contents taught and the teaching activity itself. As Garcia (2010) states, becoming a teacher is a long process. The age and the experience must make teachers more critical in relation to their performance in the classroom and more questioning regarding the students. In contrast, young teachers are more confident, perhaps because of the intrinsic hope that characterizes the beginning of the profession, and by readiness to keep up with the advancements in the area of Molecular and Cell Biology.

Not surprisingly, the results indicate this relationship between the teaching experience and the sense of confidence in relation to the contents that are being taught. The mastery of the contents taught is necessary so that teachers can analyze them critically and, thus, choose the best way to teach them (Brown et al., 2009; Demo, 2005; Mellado, Bermejo, Blanco, & Ruiz, 2008). Regarding the training of Science teachers, Gil-Perez & Carvalho (2009) highlight that knowing the contents to be taught is one of the prerequisites required for the teaching/learning process. However, the authors also indicate that knowing the content of the course involves varied professional knowledge, including those related to teaching and pedagogy issues.

Confidence in relation to the contents taught is important for the teaching activity, including diversification of methodologies and practices. Teachers aged 25 to 39 use mainly *materials available on the internet* and the *textbook* as main source for the course planning. Among the teachers aged 40 to 49, there is a greater diversification of sources, such as *scientific papers*, *documentaries* or other *creative solutions* (Figure 1e). Likewise, the diversification of sources used for the classes' planning is also present among teachers with more than 10 years of experience, who teach beyond the *textbook* and *materials available on the internet* (Figure 1f).

There is a tendency, among the older and more experienced teachers, of using varied information sources for the course planning. Even though, the *textbook*

and the *materials available on the internet* continue to occupy a prominent position as theoretical background. These results match the analysis of the relationship between the sources used and the age of the teachers. The ages from 40 to 49 years were considered the ideal range of activity, as indicated by the results. In this supposed ideal age group, teachers may feel more comfortable in innovating, since they present the ideal balance between the teaching experience and the necessary disposition to do so.

Age and experience are also related to the predisposition in diversifying the methodologies in the classroom. Although the use of lectures is frequent, the diversification of methodologies is evidenced among the more experienced teachers (Figure 1f). Regarding age, the greater diversification is present in the group aged between 40 and 49 years old, reestablishing the idea of ideal range of teaching activity (Figure 1g). Mellado et al. (2008) obtained similar results and concluded that novice teachers are more traditional in their teaching activity, unlike most experienced teachers. It is possible that younger teachers feel more comfortable with lectures, since there is less interaction with the students and the course planning may be facilitated by the use of multimedia. Although younger teachers are more confident in relation to the contents taught and their own performance, they are more insecure regarding the relationship with the students, considering that classical lectures do not require a great involvement between them.

Experience occupies a central position in the knowledge constitution of Biology teachers. The novice teacher seems to apply his/her knowledge for the management of the course, while the experienced teacher also applies it to the management of the class. At the same time that more experienced teachers diversify their practices, younger teachers tend to be more traditional, because of the influence of their teachers during primary, secondary and higher education. Following this path, younger teachers use teaching methods that are very similar to those they had contact with when they were students (Brasil, 2000; Confortin & Caimi, 2017).

Work schedule and availability of adequate time for class preparation and educational activities planning are also related to diversification in the classroom. Teachers with a work schedule of 20 hours per week, who are substitute or temporary teachers, use traditional lectures *very often*. Among the teachers with a work schedule of 40 hours/week, there is a tendency of using lectures *sporadically*, whereas only among teachers under exclusive dedication (ED) there are those who

rarely use it (Figure 1h). It is not wrong to evaluate that a work schedule with greater time availability for class preparation and educational activities planning may be related to diversification in the classroom, thus inviting teachers to examine introspectively their own teaching practices.

It is interesting that teachers who use lectures *very often* evaluate their performance in explaining the contents as *considerably clear* or *very clear* (Figure 1i). This evaluation may be related to the sense of control of the class, with the teacher assuming a leading role in the classroom.

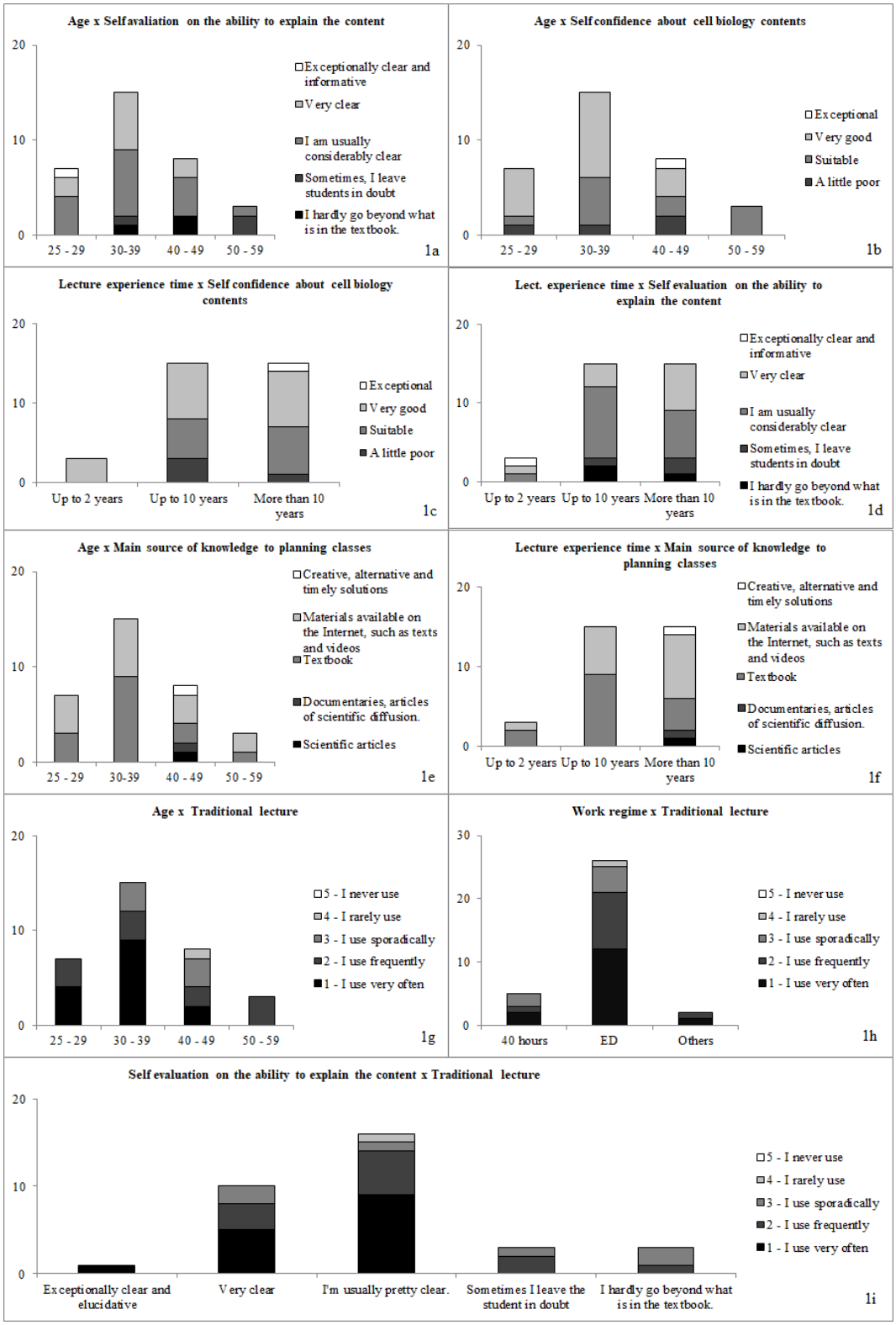


Figure 1 – Correspondence Analysis Tables. From "a" to "g", the correlations relate to lecture experience and age of the teachers, "h" relates to work schedule and "i" to the ability in explaining contents of Cell Biology.

Although lectures still predominate in teaching practices, the teachers believe that students should actively participate in class. This participation can be promoted by the choice of methodologies that will be applied in class and that could favor learning and also encourage the participation of students.

> *"It is essential not to stick only to lectures. We can ensure this participation through active methodologies, such as games and research activities*[8]*".*
> Teacher 1 (has been teaching for over 10 years)

> *"This participation can be performed in different ways, one of them would be through small groups (three to five students), with specific objectives that can be presented to a larger group (15 to 40 students). Besides, other forms of expression with drawings, flowcharts, etc. can also help, taking into account the different interests of the students*[9]*".*
> Teacher 2 (has been teaching for over 10 years)

Some issues related to Cell Biology

The majority of the participating teachers has a bachelor's degree in Biology, indicating greater adherence to the contents. Two of the interviewees are trained in Nutrition. They teach in technical courses and have been temporarily transferred to basic disciplines on campuses that do not yet have Biology teachers in their teaching staff. Although only five teachers hold postgraduate degrees specifically in the areas of Cell and Molecular Biology, Cell Biology is one of the areas where respondents feel most safe and comfortable to work or diversify their classroom practices. Still, half of the teachers evaluated their knowledge of the content as *very good* and assumed themselves as being *usually considerably clear* in explaining the concepts of the subject (Figure 2 of the Supplementary Material).

Despite their adhesion to the themes of Cell Biology and to their security in relation to the contents, teachers recognize the various challenges that must be overcome during the teaching/learning process. The main factors related to the learning difficulty are *reduced academic load*, indicated by 67% of the respondents,

[8]Original transcription: "É essencial não ficar só na aula expositiva. Podemos garantir essa participação através de metodologias ativas, como jogos e atividades de pesquisa".

[9]Original transcription: "Esta participação pode ser feita de diferentes formas, uma delas seria através de pequenos grupos (entre três e cinco alunos), com objetivos específicos que podem ser apresentados a um grupo maior (entre 15 a 40 alunos). Além disso, outras formas de expressão com desenho, fluxograma, etc. também podem ajudar, levando em conta os diferentes interesses dos alunos".

and, inherent to Cell Biology itself, the *complexity of the subject*, the *large volume of information* and the *abstraction of the contents* (Figure 3a of the Supplementary Material).

Even when comfortable with the actual subject, practically all interviewed teachers believe that there is a mismatch between what is taught and what the student actually learns in Cell Biology. This fact was mainly associated with the microscopic dimensions of the cells and their structures, which results in the need for abstraction from the students in the study of the content.

> *"I believe that the student finds it difficult to imagine something that he can not get his hands on. Even after visualizing some cells under the light microscope, I believe that, for him/her, it is still very abstract, since the equipment does not allow for the visualization of most of the structures and he/she can not see them the way they are pictured in the textbook*[10]*".*
> Teacher 3 (has been teaching for over 10 years)

In addition to the *size* factor, the scientific language and the specific nomenclature of Cell Biology make the contents more complex, which was also pointed out as a possible factor associated with learning difficulty.

> *"Considering the deficiency of prior content knowledge and the fact that Cell Biology is very theoretical and abstract, with numerous technical terms, it is necessary that the teacher establishes clearly what he/she will be teaching to his/her students. Furthermore, the educator must try to convey that knowledge in the simplest way possible, so that students can learn the essentials about each topic addressed within Cell Biology*[11]*".*
> Teacher 4 (has been teaching for 7 years)

[10]Original transcription: "Acredito que o aluno sente dificuldade em imaginar algo que não consegue pegarem suas mãos. Mesmo visualizando algumas células ao microscópio de luz, acredito que para ele, ainda é muito abstrato, uma vez que o equipamento não permite a visualização da maioria das estruturas e ele não consegue ver da forma como estão desenhadas no livro didático".

[11]Original transcription: "Considerando ainda a deficiência em conteúdos prévios e o fato de Biologia Celular ser muito teórica e abstrata, com inúmeros termos técnicos, é necessário que o professor estabeleça de forma clara o que ensinar para os seus alunos, e tente transmitir esse conhecimento da forma mais simples possível para que os mesmos consigam aprender o essencial sobre cada assunto abordado dentro da Biologia Celular".

> *"Students complain about the excessive amount of new names to memorize and become attached to details, not realizing that, in fact, the important thing is to understand the dynamic aspects of the cell physiology*[12]*".*
> Teacher 5 (has been teaching for 2 years)

The complexity of the teaching/learning process in Cell Biology was associated with the difficulty of students in establishing correlations with the content of other subjects or with the situations of their daily lives. Referring again to the abstraction issue, teachers realize that some students try to create their own correlations, which are not always correct.

> *"Depending on the complexity of the topic in Cell Biology, the didactic transposition is not enough to give the student means for appropriation of such knowledge. In addition, it is part of the teaching/learning process that the student makes his own associations and correlations based on the content being worked on. The more abstract this content is, the more abstract the correspondences within the subject will be*[13]*".*
> Teacher 6 (has been teaching for 9 years)

About the students

Still regarding classroom challenges, 88% of the teachers evaluate that the excessive amount of students in the classroom represents a significant problem related to school infrastructure, consequently ranking among the main difficulties in the teaching/learning process of Cell Biology (Figure 3b in the Supplementary Material).

Large classes can compromise the planning of more diversified activities, such as discussions, group works or practical classes. Diversified activities could aid precisely in overcoming the abstraction difficulty of certain contents, since they allow for a different view over the subject (Authors, 2011). For Nóvoa (2017), the classes

[12]Original transcription: "Os estudantes reclamam da quantidade excessiva de novos nomes para decorar e se apegam a detalhes, e não percebem que, na verdade, o importante é compreender os aspectos dinâmicos da fisiologia celular".

[13]Original transcription: "Dependendo da complexidade do tema em Biologia Celular, a transposição didática não é suficiente para dar ao aluno ferramentas para que ele se aproprie do conhecimento. Além disso, faz parte do processo de ensino/aprendizagem que o estudante faça suas próprias associações e correlações a partir dos conhecimentos trabalhados.Quanto mais abstrato o conteúdo trabalhado, mais abstrata será a correspondência entre os conhecimentos".

should be organized with 15 to 20 students, which allows for a more diversified work and for the teachers to effectively know their students. Lecture classes end up being the strategic solution necessary when working with large groups, but that may increase even more the distance felt by students towards the subjects.

The *passivity or lack of interest* of the students in the classroom is another factor that undermines the teaching/learning process of Cell Biology, cited by 53% of the interviewees (Figure 3c of the Supplementary Material). Despite this behavior, it is interesting to note that 61% of the teachers have the perception that students are open to innovative methodologies, which would not hinder the inclusion of new teaching strategies in the daily routine of the classroom (Figure 3d of the Supplementary Material).

Still in relation to students, inclusion policies for admission to vocational school courses in federal education institutions further increase the diversity inside the classroom, making the work of the teacher even more complex. Federal Law 12.711, from August 29, 2012, regulates the admission to federal vocational school institutions of secondary level (Brasil, 2012). Even so, teachers generally seem to blame primary school for the difficulties encountered in secondary school, as well as for the alleged disinterest, immaturity or insufficient dedication to the subject.

> *"In many cases Yes, due to the abstract characteristic of the contents, many of which are of difficult visualization to the student, as well as to the gap in the learning process that the student brings from primary school*[14]*".*
> Professor 7 (has been teaching for over 10 years)

However, the performance of a student is not only the result of his own effort, since it may also be affected by many other factors, such as the attitudes of their teachers, among other ones. Teaching should be much more than just to transmit information and, in this sense, the discussion over the used methodologies is important (Ulug et al., 2011).

[14]Original transcription: “Muitas vezes sim, pela característica abstrata dos conteúdos, muitos de difícil visualização pelo aluno, bem como pela defasagem de aprendizagem que o aluno traz do Ensino Fundamental”.

A few thoughts on methodology

Part of the difficulty in teaching and learning Cell Biology may come as a consequence of the own predominant teaching model, deemed traditional, in which the student takes a passive role in the classroom, leaving almost exclusively to the teacher the responsibility of transmitting the knowledge he judges necessary (Enguita, 1989; Freire, 1987).

> *"There is a gap in uniting theory and practice. Students are used to memorize the content and show difficulty in understanding and discussing the topics presented*[15]*".*
> Teacher 8 (has been teaching for over 10 years)

Criticism of lectures was present in the testimonies of the teachers, who believe that diversification can increase the interest and participation of students, making classes more attractive.

> *"Lectures, alongside our usual main tools, such as blackboard and chalk, end up being not enough these days to achieve good results. Diversification is necessary. The addition of techniques in the classroom, even though simple ones, which can present more ways to teach the same contents, is imperative for us in reaching all students. Considering that there is a varied array of learning capabilities in a single classroom, this diversification comes out as a natural demand*[16]*".*
> Professor 9 (has been teaching for over 10 years)

Despite some doubts regarding their efficiency, lectures are still predominant in teaching practices. The *illustrated oral presentation* is the most employed methodology by teachers, with the support of the black / white board (79%) or of video projectors (73%) (Figure 4 of the Supplementary Material).

[15]Original transcription: “Falta unir mais a teoria com a prática. Os alunos estão acostumados a decorar conteúdos e demonstram dificuldade em compreender e discutir os assuntos abordados”.

[16]Original transcription: “A aula expositiva com as nossas principais ferramentas, quadro e giz, para os dias atuais acaba sendo pouco para que alcancemos um bom resultado. A diversificação é preciso, o acréscimo de técnicas mesmo que simples em sala que possam expor mais formas de se ensinar o mesmo conteúdo é imprescindível para que alcancem os todos os alunos, considerando que há grande diversidade de capacidades de aprendizado em uma única turma, exigindo naturalmente essa diversificação”.

Since oral exposition continues to be the most commonly employed strategy by teachers, more diversified methodologies seem to be used as complementary tools to lectures (Figure 4 of the Supplementary Material). Hande & Hande (2009) had already made such an observation, even if, according to the authors, the retention rate of information of lectures is only 5% in a period of 24 hours, in comparison to alternative approaches such as demonstrations (30%), discussion groups (50%), practical activities (75%) and peer learning (90%). In addition, students do not seem to like lectures, preferring interactive, collaborative or self-directed classes (Hande & Hande, 2009).

Teachers create an environment for the transmission of knowledge rather than an environment that favors creativity and active participation of the students (Beijaard et al., 2000). The small number of techniques in their teaching repertoire seems to be a widespread problem among teachers, which reinforces the importance of pedagogical formation and teaching degree graduations (Bordenave & Pereira, 2012).

Confortin & Caimi (2017) also observed the prominence of expository methods and of the repetition of exercises and theoretical activities. But science should be taught in the same way it is practiced. In order to promote an active learning that effectively transcends the memorization of names or processes, it is important that contents are presented as problems to be solved involving the students, and not just as a set of scientific expressions to be memorized (Andrews et al., 2011; Klebis, 2015).

Proper communication between teachers and students is crucial in the teaching/learning process. It is necessary to know and to understand students in order to pursue teaching strategies and methodologies that can improve this relationship, emphasizing and enhancing the abilities of students (Bordenave & Pereira, 2012; Ulug et al., 2011).

Accordingly, all interviewees agreed that it is important to diversify the teaching methods in the classroom, recognizing the need to prioritize different abilities.

> *"The diversification of methodologies is necessary and important to reach all students, in order for them to be responsive (or at least to show disposition) to the variety of forms of learning that exist in a classroom*[17]*".*
> Teacher 10 (has been teaching for 5 years)

On the planning of lessons

To uniform the methods is to assume that all students are the same, that they learn in the same way and that they have the same educational ideals and objectives. Non-identification with the contents may lead to detachment from the teaching process, which can make the process of elaborating lessons automatic, and it can also lead to unsatisfactory evaluative results, grade repetition or even school evasion (Depresbiteres & Tavares, 2009; Laburú, Arruda, & Nardi, 2003).

Solely relying on lectures and textbooks conditions the student to see things only through the teacher's eyes. While this strategy may be effective for some students, it is insufficient for many others. It is important to recognize the limitations of the traditional lessons for the teaching of Science in order to open up and search for new methodologies (Stockwell, Stockwell, Cennamo, & Jiang, 2015).

The self-assurance evidenced regarding the contents could be related to a greater willingness to diversify methods and to devise more varied teaching strategies in the classroom. Although teachers recognize the need to diversify methods and feel comfortable with the content of Cell Biology, the results demonstrate the predominance of traditional expository practices. Cooperative work or the inclusion of technologies present in the daily lives of the students, both strategies that would stimulate creativity and imagination, are only rarely employed by teachers.

Concerns over the absorption of the specific contents of Cell Biology seem to predominate over the preoccupation with the acquiring of broader human qualities. This concern over the content was evident in several testimonies, despite the recognition of students' diversity and of the need for diversifying methodologies.

[17]Original transcription: "A diversificação das metodologias é necessária e importante para alcançar a todos os alunos. Para dar conta (ou pelo menos propor-se) da diversidade de formas de aprendizagens que existem em uma sala de aula".

> *"(…) students have different ways of perceiving the subjects and we must fully meet their cognitive needs. In addition, the combination of different methodologies makes the teaching context more interesting, inviting and stimulating. However, I am always careful in maintaining proper levels of organization and educational quality. In other words, my effort is in preventing that the application of a different methodology turns into a space of leisure*[18]*".*
> Teacher 11 (has been teaching for 5 years)

Teachers expect students to have the ability to make abstractions both at the beginning of Cell Biology lessons and at the end of them. Thus, this should be a concern throughout the development of the subject.

When asked what skill or characteristic students should have at the beginning of the classes of Cell Biology, teachers answered that they expect to receive better prepared students with a strong foundation of previous knowledge, which indicates a possible gap in primary school. The ability to deal with abstract concepts was also cited, reinforcing what appears to be a major challenge in teaching Cell Biology.

> *"The understanding of concepts such as prokaryotic and eukaryotic; the differences among unicellular and multicellular organisms; among autotrophs and heterotrophs; basic knowledge of cellular structures; basics concepts of animal physiology; the ability to make abstractions and to establish relationships between the whole and its parts; to show interest in the subject and willingness to acquire new knowledge*[19]*".*
> Teacher 12 (has been teaching for nine years)

At the end of the Cell Biology course, teachers expect students to comprehend the contents of Cell Biology and its concepts.

[18]Original transcription: "(...) os estudantes possuem maneiras diferentes de percepção dos assuntos e devemos atender ao máximo as necessidades cognitivas deles. Além disso, a mistura de diferentes metodologias torna o ambiente didático mais interessante, convidativo e estimulante. Porém, sempre tenho cuidado de manter o nível de ensino e organização adequados, ou seja, evitar que uma metodologia diferente colocada em prática vire um ambiente de recreação".

[19]Original transcription: "Compreensão de conceitos como: procarióticas e eucarióticas; diferenças entre organismos unicelulares e pluricelulares; autótrofos e heterótrofos, conhecimento básico das estruturas celulares; conceitos básicos da fisiologia animal; capacidade de fazer abstrações; capacidade de realizar relações entre o todo e as partes; interesse pelo assunto, disposição para adquirir novos conhecimentos".

> *"To identify the main parts of cells, such as cell wall, plasma membrane, cytoplasm and cell nucleus, and to depict them through drawings. To understand the cell as a three-dimensional entity, made up of different organelles that function in an integrated manner in the metabolism of the cell and to correctly associate structure and main function of each of these organelles, as well as to recognize the nucleus of eukaryotic cells as the control center of the cellular activities*[20]*".*
>
> Teacher 13 (has been teaching over 10 years)

Many science teachers seem to be concerned with *what* students learn, but it is also important to think about *how* they learn it (Essop, 2013). Veiga et al. (2011) investigated whether the choices of teachers follow any sort of intentional motivation, or if only social and historical conditioning motivates their choice for more traditional practices. Even when the teacher has no precise pedagogical notion of what he/she intends to do or why he/she is doing it in such a manner, he/she still brings preconceptions and theoretical knowledge that will contribute to the formation of the student, with personal and professional consequences.

Martin (2014) criticizes the old-fashioned methods that have been used for teaching Biology and Science in general: teachers giving lectures in a large auditorium with sitting students listening passively, or at least pretending to listen.

To go over this theme is to believe that the performance of teachers in the classroom, given the current scenario of a complex and diverse society, reflects directly on the quality of education (Confortin & Caimi, 2017). There are no formulas for the solution of problems of education, as well as it is not possible to reduce the complexity of the classroom to a few variables (Nóvoa, 1999).

The objective of this study is not the prescription of magic formulas, but instead to contribute with the discussion over this process. Not ignoring the complexity of the problem, but in an effort to properly frame it, we are dedicated to investigate the actions of teachers, seeking to understand and characterize the differences in their practice. As Nóvoa (2007) questions, "*Why do we do what we do*

[20]Original transcription: “Identificar as partes fundamentais das células, tais como parede celular, membrana plasmática, citoplasma e núcleo, e esquematizá-los por meio de desenhos. Compreender a célula como uma entidade tridimensional, constituída de diferentes organelas que funcionam de maneira integrada no metabolismo celular e associar corretamente a estrutura e a função principal de cada uma dessas organelas e reconhecer o núcleo das células eucarióticas como o centro de controle das atividades celulares”.

in the classroom?" This study provides a recent view specifically on the pedagogical practices of Biology teachers working in secondary school.

It is frequent that, in this scenario, we find Biology teachers that transcend the limited teaching practices of the verbalist discourse, which is so characteristic of the majority of the educational contexts today. Likewise, there are those who act in a detached way from the life and reality of the student. It seems paradoxical that, precisely in an area of science that studies life, one can distance itself precisely from its main subject of study (Confortin & Caimi, 2017).

In conclusion

The whole process of teaching and learning is complex, dynamic and involves multiple kinds of knowledge. The diversity of students and their various social realities and levels of knowledge make the work of the teacher even more complex (Laburú et al., 2003). The goal is not to reduce the teaching activity and the quality of its practices only to the teachers, not taking under consideration their working conditions and the socio-cultural context in which they and their schools are involved.

School context and administrative issues can influence the teaching activity and must also be considered. The school may encourage the use of new methodologies or more diversified forms of work, which legitimize certain kinds of knowledge or behavior, or can turn this task into something very difficult, even including professional risk to the teacher (Verjovsky & Waldegg, 2005).

While the cold responses of the online survey show the dominance of the traditional practices, the interviews reveal the intention of the teachers to promote the participation of students and to do their best in the classroom.

Professional maturity and a change in the attitude in the classroom may be a lengthy process that involves not only knowledge of the formal contents, but also personal growth, involvement with the teaching/learning process, reflection on teaching practices and questioning of the apparent success of the strategies employed so far (Mellado et al., 2008; Sarti, 2013).

Thus, the discomfort felt by teachers while recognizing their difficulties and the personal effort in improving their practices are positive. Reflection on the teaching/learning process and research of the problems arising from the actual teaching activity may lead to a change in the concepts, attitudes and methodologies

of their actions. One small step for the teacher, one giant leap for the teaching/learning process.

> *"I never liked my Cell Biology classes. I could never achieve the quality I got from other ones, even after making use of the same methods that have worked in those. I mostly use the chalkboard and some animations and anatomical models to diversify the explanation. That is also why I went after researches in this area in order to try to develop a tool that helps me in this sense. I believe I can improve in time while making use of more technology in the classroom*[21]*".*
>
> Teacher 14 (has been teaching over 10 years)

Final considerations

This study reveals some characteristics regarding the profile of Biology teachers working in secondary education in public schools in the state of Parana, in addition to gathering opinions on the peculiarities and difficulties of this teaching/learning process. Far from capturing all the existing complexity in the relationships inside the classroom, the analysis of the profile of teachers provides important information on how certain contents are being worked on in the classroom.

The interviewed teachers identify themselves with the subject and feel safe regarding the contents of Cell Biology. However, while demonstrating their concern regarding the learning of the students and awareness of the specifics of Cell Biology, the traditional method is still being used as the main strategy for education. Methodologies that could lead to greater student participation and could enhance the diversity existing in the classroom are rarely employed, and only as an eventual and complementary instrument to the lectures.

The questioning of the efficiency and reach of the own pedagogical practices of the teacher should be part of the teaching routine and should be as important as the preparation of classes or the correction of tests. Pedagogical knowledge and the

[21] Original transcription: “Nunca gostei muito das minhas aulas de Biologia Celular, nunca consegui alcançar a qualidade que consegui em outras frentes, mesmo lançando mão dos mesmos métodos que deram certo com outras. Utilizo mais o quadro de giz e algumas animações e modelos anatômicos para diversificar a explanação, até por isso fui atrás da pesquisa nessa área para tentar desenvolver uma ferramenta que me auxilie nesse sentido. Acredito que possa melhorar com o tempo, utilizando mais tecnologias em sala”.

search for more effective methods should follow the specific contents of the subject. Teachers should choose methods that facilitate the teaching/learning process, thus diversifying pedagogical approaches and practices used in the classroom. That should also be done in order to improve the relationship between teachers and students.

Despite the changes that have been occurring in education in recent years, there is an inability to actually implement innovative concepts and models. The balance between traditional practices and innovation is not an easy task in the educational context and frequently manifests itself as extreme positions. In this scenario, the role of teacher graduation may be remodeled for both initial and continuing education, which needs to be focused on the school environment and on the discussion of educational issues.

Teaching practices identified by the teachers participating in this research should not be disconnected from the initial graduation process, which, for most respondents, was accomplished through teacher graduation courses. The pedagogical training of the graduated teacher is historically characterized by a traditional graduation model proposed in the 20th century known as 3+1 system. The classic structure of the course consisted of three years of vocational school, focused on deepening the specific knowledge of that field of formation, and a year of classes of pedagogical training for teaching, including teaching practices and supervised internship. In this model, based on technical rationality, the teacher is seen as an expert technician who applies scientific theories and techniques in order to solve practical problems. In addition, the pedagogical formation of teachers is proposed as being only a fulfillment of the course credits necessary for the practice of teaching, and not as an essential foundation in the education of teachers (Afonso, Gonzalez, Rosa, & Boaes, 2016; Saviani, 2009). New teacher formation proposals are mainly being proposed since the year 2000. The new curriculum guidelines for initial and continuing education, CNE/CP (Brazilian National Education Council) Resolution Number 02/2015, presents the proposal to integrate specific subject knowledge into the teaching graduation, refuting the fragmentation of content in isolated subjects, mainly relying on interdisciplinarity (Ministério da Educação, 2015). Even more recently, the Minister of Education, Mendonça Filho, announced the launch of the National Program of Pedagogical Residence 2018, aimed, as he said, "in improving the formation of teachers". The minister also assured the maintenance of

investments in education and efforts to ensure teachers “the recognition and working conditions compatible with the mission they fulfill” (Ministério da Educação, 2017).

By means of shared reflection of all those involved in the educational process, in the implementation of policies for the promotion of the teaching activity, and also in the improvement of the infrastructure of schools, it is possible to devise and to include specific guidelines for Biology teachers in the curriculum of pedagogical formation or teacher graduation courses and to contribute to the broader discussion on how to teach Science.

Bibliography

Acco, T. (2016). Como ingressar no CEP [How to join the CEP]. Retrieved April 8, 2016, from http://www.cep.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=16

Afonso, A. M. M., Gonzalez, W. R. C., Rosa, S. I. da, & Boaes, K. de F. D. (2016). Formação de professores para a educação profissional e tecnológica: política, questões e proposições [Teacher training for professional and technological education: policy, issues and propositions]. *Agenda Social Eletronic Journal*, *10*(1), 74–84.

Aguiar, G. M. de, Ferreira, D. K. da S., Silva, K. T. da, Arandas, M. J. G., Silva, F. R. da, &Santos, K. R. P. dos. (2017). Análise da utilização de estratégias didáticas no Ensino de Ciências em escolas de municípios de Pernambuco [Analysis on the use of teaching strategies in science education in Pernambuco’s municipalities schools]. *Revista Ciência em Extensão*, *13*(2), 163–172.

Andrade, B. L. de, Zylbersztajn, A., & Ferrari, N. (2002). As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard [Analogies and metaphors in science teaching in the light of Gaston Bachelard epistemology]. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*, *2*(2), 1–11.

Andrews, T. M., Leonard, M. J., Colgrove, C. A., & Kalinowski, S. T. (2011). Active Learning Not Associated with Student Learning in a Random Sample of College Biology Courses. *Life Sciences Education*, *10*, 394–405.

Armbruster, P., Patel, M., Johnson, E., & Weiss, M. (2009). Active Learning and Student-centered Pedagogy Imporve Student Attitdues and Performance in Introductory Biology. *Life Sciences Education*, *8*, 203–213. http://doi.org/10.1187/cbe.09

Ball, I., & Perry, C. (2009). An exploration of individual differences in teachers temperaments and multiple intelligences. *Problems of Education in the 21st Century*, *21*, 21–32.

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo* [Content analysis]. São Paulo: Edições 70.

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*, 749–764.

Bordenave, J. D., & Pereira, A. M. (2012). *Estratégias de ensino-aprendizagem* [Teaching and learning strategies] (32ª). Petrópolis, Brazil: Editora Vozes.

Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) [National Curricular Parameters (High School)] (2000). Brasil.

Brasil. (2012). Lei Nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências [Law Nº. 12,711, of August 29, 2012. Provides for admission into federal universities and federal institutions of technical secondary education and take other measures]. Retrieved March 9, 2017, from http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12711.htm

Brown, P., Friedrichsen, P., & Abell, S. (2009). Do Beliefs Change? Investigating Prospective Teachers' Science Teaching Orientations during an Accelerated Post-Baccalaureate Program. *Paper Presented at the European Science Education Research Association (ESERA) Conference*, 1–39.

Carlan, F. de A., Maria, L., Sepel, N., Lucio, E., & Loreto, S. (2014). Teaching Cell Biology in Primary Schools. *Education Research International*, *2014*, 1–5.

Castanho, M. E. L. M. (2016). A escola brasileira e o desafio de professores marcantes [The Brazilian school and the challenge of striking teachers]. *Evidência*, *12*(12), 15–25.

Confortin, R., & Caimi, F. E. (2017). Constituição e Mobilização de Saberes Docentes: Perscrutando Práticas de Professores de Biologia no Ensino Médio [Constitution and Mobilization of Teaching Knowledge: Exploring Practices of Biology Teachers in High School]. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, *17*(1), 157–181.

Delgoshaei, Y., & Delavari, N. (2012). Applying multiple-intelligence approach to education and analyzing its impact on cognitive development of pre-school children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *32*, 361 – 366.

Demo, P. (2005). *A educaçao do futuro e o futuro da educaçao* [The education of the future and the future of education]. Campinas: Autores Associados.

Depresbiteres, L., & Tavares, M. R. (2009). *Diversificar é preciso...: instrumentos e técnicas de avaliação de aprendizagem* [Diversifying is needed ...: learning assessment tools and techniques]. São Paulo: Editora Senac.

DiCarlo, S. E. (2006). Cell biology should be taught as science is practised. *Nature Reviews. Molecular Cell Biology*, *7*(4), 287–90.

DiCicco-Bloom, B., & Crabtree, B. F. (2006). The qualitative research interview. *Medical Education*, *40*(4), 314–321.

Enguita, M. F. (1989). *A Face Oculta da Escola: educação para o trabalho no capitalism* [The Hidden Face of the School: education for work in capitalism]. Porto Alegre: Artes Médicas.

Essop, S. (2013). How are Science Teachers Integrating Information and Communication Technologies into their teaching? *Master of Education – Research Report*, (February), 1–102.

Freire, P. (1987). *Pedagogia do Oprimido* [Pedagogy of the Oppressed] (17ª). Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freire, P. (2006). *A importância do Ato de Ler: três artigos que se completam* [The Importance of Reading: three complementary articles]. São Paulo: Cortez.

Gama, A. F. (2017). *A célula no divã* [The cell on the couch]. Curitiba: Editora CRV.

Garcia, C. M. (2010). O professor iniciante, a prática pedagógica e o sentido da experiência [The beginning teacher, pedagogical practice and meaning of experience]. *Revista Brasileira de Pesquisa Sobre Formação Docente*, *3*(3), 11–49.

Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.

Gardner, H. (1995). *Inteligências Múltiplas - a Teoria na Prática* [Multiple Intelligences – The Theory in Practice] (1ª). Porto Alegre: Artmed.

Gil-Perez, D., & Carvalho, A. M. P. de. (2009). *Formação de professores de Ciências* [Training of science teachers] (9ª). São Paulo: Cortez Editora.

Güzel, H., Özdöl, M. F., & Oral, İ. (2010). Ö ğ retmen Profillerinin Ö ğ renci Motivasyonuna Etkisi [The Effect of Teacher Profiles on Motivation of Student]. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *24*, 241–253.

Hande, S., & Hande, M. (2009). A Handy Interactive Class For Teaching Introductory Cell Biology. *The Journal of Effective Teaching*, *9*(1), 48–53.

Jacobs, J. C. G., Luijk, S. J. van, Galindo-Garre, F., Muijtjens, A. M. M., Vleuten, C. P. M. van der, Gerda-Croiset, & Scheele, F. (2014). Five teacher profiles in student-centred curricula based on their conceptions of learning and teaching. *BMC Medical Education*, *14*(220).

Klebis, D. (2015). “Não há desculpa para cientistas e professores não encontrarem maneiras melhores de ensinar ciência”, diz Bruce Alberts [“There is no excuse for

scientists and teachers not finding better ways to teach science", says Bruce Alberts]. Retrieved March 2, 2017, from http://www.jornaldaciencia.org.br/nao-ha-desculpa-para-cientistas-e-professores-nao-encontrarem-maneiras-melhores-de-ensinar-ciencia-diz-presidente-de-honra-da-academia-nacional-de-ciencias-dos-eua/

Laburú, C. E., Arruda, S. de M., & Nardi, R. (2003). Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências [Methodological pluralism in science education]. *Ciência & Educação*, *9*(2), 247–260.

Libâneo, J. C. (2013). *Didática* [Didactics] (2ª). São Paulo: Cortez.

Martin, C. (2014). Breathing fresh life into life science education. *Current Biology*, *24*(24), R1142–R1145. http://doi.org/10.1016/j.cub.2014.11.058

Mellado, V., Bermejo, M. L., Blanco, L. J., & Ruiz, C. (2008). The classroom practice of a prospective secondary biology teacher and his conceptions of the nature of science and of teaching and learning science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *6*(1), 37–62. http://doi.org/10.1007/s10763-007-9081-z

Miller, K. R. (2010). Finding the key – cell biology and science education. *Trends in Cell Biology*, *20*(12), 691–694.

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 [Law nº. 11,892 of December 29, 2008. Establishes the Federal Network of Professional, Scientific and Technological Education, creates the Federal Institutes of Education, Science and Technology, and other measures]. Retrieved August 4, 2016, from http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm

Ministério da Educação. (2015). Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015 [Resolution nº 2, July 1, 2015]. Retrieved from http://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf/res_cne_cp_02_03072015.pdf

Ministério da Educação. (2017). Ministro anuncia lançamento de Programa Nacional de Residência Pedagógica [Minister announces launch of National Pedagogical Residency Program]. Retrieved from http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=55771:ministro-anuncia-lancamento-de-programa-nacional-de-residencia-pedagogica&catid=222

Mizukami, M. da G. N. (1986). *Ensino: as abordagens do processo* [Teaching: the process approaches]. (EPU, Ed.). São Paulo.

Nóvoa, A. (1999). Os professores na virada do milênio: do excesso dos discursos à pobreza das práticas [Teachers at the turn of the millennium: from excess of discourses to poverty of practices]. *Educação e Pesquisa*, *25*(1), 1–15. http://doi.org/10.1590/S1517-97021999000100002

Nóvoa, A. (2007). *Desafios do trabalho do professor no mundo contemporâneo. Palestra concedida ao Sindicato dos professores de São Paulo - SINPRO-SP* [Teacher's work challenges in the contemporary world. Lecture given to São Paulo Teachers Union - SINPRO-SP]. São Paulo: SINPRO-SP.

Nóvoa, A. (2017). Reflexões relacionais, organizacionais e deliberativas dos sabers [Relational, organizational and deliberative reflections of knowledge]. In *VII Seminário Internacional de Educação.* Pinhais: Secretaria Municipal de Educação. Retrieved from www.pinhais.pr.gov.br/seminario

Petruta, G.-P. (2013). Multiple intelligences stimulated within the lessons by the practicant students from the Faculty of Sciences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *76*, 676 – 680. http://doi.org/doi: 10.1016/j.sbspro.2013.04.185

Authors (2011). Universidade Estadual de Campinas.

Santos, A. A., Schüneman, H. E. S., Libardi, R. L. S., & Ferreira, R. B. (2017). A representação social da biologia entre alunos do ensino médio: Implicações educativas e profissionais a partir das redes semânticas [The social representation of biology among high school students: Educational and professional implications from semantic networks]. *Acta Scientia Biologica*, *2*(1), 71–93.

Sarti, F. (2013). Relações intergeracionais e alternância na formação docente: considerações a partir de uma proposta de estágio supervisionado [Intergenerational relations and alternation in teacher training: considerations from a supervised internship proposal]. *Cadernos de Educação*, *46*(setembro/dezembro), 83–99.

Saviani, D. (2009). Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro [Teacher training: historical and theoretical aspects of the problem in the Brazilian context]. *Revista Brasileira de Educação*, *14*(40), 143–155.

SEED, S. D. E. D. E. –. Instrução Conjunta nº 001/2014 - SEED/SUED/-SUDE. Orienta a Matrícula nas Instituições de Ensino da Rede Estadual, Escolas de Educação Especial e Escolas Conveniadas para o ano letivo de 2015 [Joint Instruction nº 001/2014 - SEED/SUED/-SUDE. Directs the enrollment in the Educational Institutions of the State Network, Schools of Special Education and Agreed Schools for the academic year of 2015]. (2014). Brazil.

Sternberg, R. J., & Grigorenko, E. L. (2004). Intelligence and culture: How culture shapes what intelligence means, and the implications for a science of well-being. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, *359*(August), 1427–1434. http://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198567523.003.0014

Stockwell, B. R., Stockwell, M. S., Cennamo, M., & Jiang, E. (2015). Blended Learning Improves Science Education. *Cell*, *162*(5), 933–936. http://doi.org/10.1016/j.cell.2015.08.009

Sulaimana, T., Abdurahman, A. R., & Rahim, S. S. A. (2010). Teaching Strategies Based on Multiple Intelligences Theory among Science and Mathematics Secondary School Teachers. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, *8*, 512–518. http://doi.org/doi:10.1016/j.sbspro.2010.12.070

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.

Ulug, M., Ozden, M. S., & Eryilmaz, A. (2011). The effects of teachers' attitudes on students' personality and performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *30*, 738–742. http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.144

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* [New plots for teaching and study techniques]. Campinas: 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* [Teaching techniques: New times, new settings] (3ª). Campinas: 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*? [Teaching techniques: why not?] (21ª). Campinas: Papirus Editora.

Verjovsky, J., & Waldegg, G. (2005). Analyzing beliefs and practices of a Mexican high school biology teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(4), 465–491. http://doi.org/10.1002/tea.20059

Veselinovska, S. S., Gudeva, L. K., & Djokic, M. (2011). Applying appropriates methods for teaching cell biology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *15*, 2837–2842.

Wood, W. B. (2009). Innovations in teaching undergraduate biology and why we need them. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, *25*, 93–112. http://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.24.110707.175306

4.4 Resultados complementares

4.4.1 Correlação entre performances e instituições de ensino

Considerando os diferentes instrumentos de avaliação utilizados, houve diferença entre as performances dos(as) estudantes de acordo com as escolas participantes. Essa análise foi realizada sem diferenciar os grupos experimentais e as metodologias de ensino, considerando apenas os resultados agrupados por instituições de ensino (Escola 1, Escola 2 e Escola 3). O objetivo era analisar se haveria diferença entre a performance dos estudantes da escola da rede federal e os(a) estudantes da rede estadual ou, ainda, se haveria diferença entre os(a) estudantes das escolas estaduais.

4.4.1.1 Avaliação: Questões de múltipla escolha e discursivas

Os(As) estudantes das Escolas 1 (Federal) e 2 (Estadual) alcançaram o melhor desempenho na performance das questões em curto prazo. O desempenho foi superior ao da Escola 3 (Estadual), onde os(as) estudantes obtiveram a pior performance (Figura 4A).

Os(As) estudantes da Escola 2 obtiveram a melhor performance nas questões em médio prazo, seguidos pelos da Escola 1. Novamente, na Escola 3, a performance foi inferior nas questões em médio prazo (Figura 4B).

Quando comparados os desempenhos em curto e em médio prazo, percebe-se uma queda de performance entre os(as) estudantes da Escola 1, enquanto que nas Escolas 2 e 3 os desempenhos foram constantes (Figuras 4A e 4B).

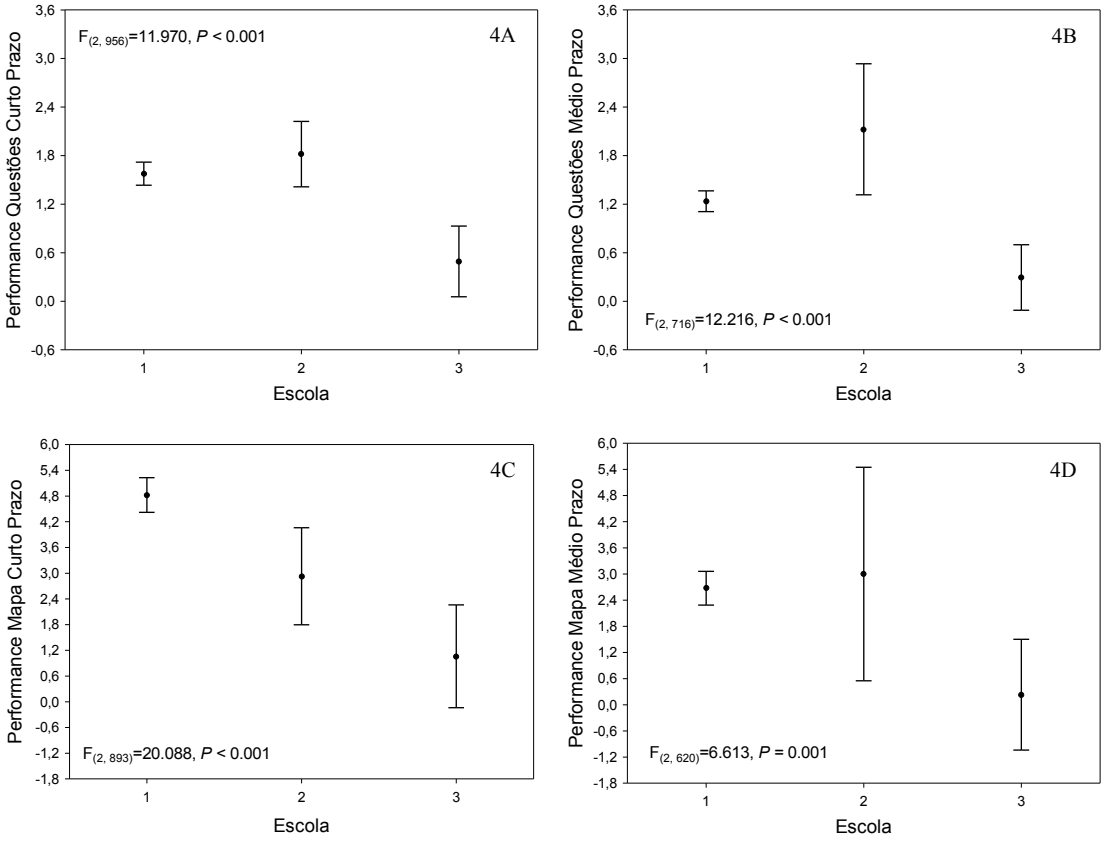
4.4.1.2 Avaliação: Mapas Conceituais

Os(As) estudantes da Escola 1 tiveram desempenho superior nas avaliações por mapas conceituais em curto prazo, enquanto os da Escola 2 alcançaram o segundo melhor desempenho. Na Escola 3 a performance dos estudantes foi inferior em comparação às outras duas escolas (Figura 4C).

Nas avaliações por mapas conceituais em médio prazo, a performance dos(as) estudantes das Escolas 1 e 2 foi semelhante. Novamente, na Escola 3 a performance foi inferior aos outros colégios (Figura 4D).

Houve queda na performance entre os(a) estudantes da Escola 1 quando comparados os desempenhos em curto e em médio prazo, enquanto que nas Escolas 2 e 3 os desempenhos foram constantes (Figuras 4C e 4D).

FIGURA 4 - Relação entre performances e escolas, mostrada pela média (± 95% Intervalo de Confiança). Os resultados de uma Análise de Variância Unifatorial estão mostrados nos gráficos. Diferenças entre médias podem ser comparadas se os intervalos de confiança não cruzam as médias.



FONTE: O autor (2017).

O desempenho escolar pode ser consequência de uma série de fatores extraescolares e intraescolares que intervêm no processo educativo (RONCA, 2013). Embora não tenha sido o objeto principal de análise desse projeto, os resultados podem indicar a influência das condições da instituição, como infraestrutura escolar e qualificação do corpo docente, no desempenho dos(as) estudantes.

Com um modelo institucional inovador e múltiplas possibilidades de itinerários formativos, a Escola 1 (Federal) foi alvo de investimentos significativos do governo federal em anos anteriores. Os investimentos possibilitaram a interiorização do ensino e o resgate da valorização da educação profissional e tecnológica (PACHECO, 2010). Dessa forma, a Escola 1 possivelmente conta com a melhor infraestrutura no tocante às instalações físicas dos ambientes de aprendizagem, como salas de aula, laboratórios específicos e biblioteca. Ainda, deve contar com o quadro docente melhor titulado e estimulado, tendo em vista os processos de seleção e a equiparação dos planos de carreira à rede federal de educação.

Com relação aos(às) estudantes, mesmo com a reserva de vagas destinada às cotas sociais e raciais, o processo seletivo continua sendo baseado no melhor desempenho nas provas, o que também pode refletir no melhor desempenho em sala de aula.

A Escola 2 (Estadual) é uma instituição de ensino bastante tradicional na capital paranaense e já foi considerada o melhor colégio estadual do Estado do Paraná. Recentemente completou 170 anos de funcionamento e conta com um prédio grande na região central de Curitiba, com laboratórios bem estruturados e espaços para práticas artísticas e esportivas (MUHLSTEDT e colab., 2014). Também há processo de seleção baseado em análise curricular e cálculo da média aritmética das notas referentes ao 6º, 7º, 8º e 9º anos do Ensino Fundamental ou equivalente, nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática (ACCO, 2017).

Em uma realidade diferente, a Escola 3, pertencente à Rede Estadual de Educação, está localizada em um bairro afastado do centro da cidade de Curitiba, possivelmente atendendo uma população de estudantes de renda mais baixa, já que a matrícula é realizada de acordo com o local da residência e proximidade da escola. Além das salas de aula, a escola possui um laboratório de Química e Biologia. De acordo com relatos pessoais de professores(as) dessa instituição, a escola não é bem vista no bairro, e estudar lá muitas vezes é visto como uma espécie de castigo aplicado àqueles(as) estudantes que não se dedicam o suficiente ou que reprovaram em algum outro colégio particular.

Os resultados fornecem indícios de que as condições da escola podem estar relacionadas com o desempenho dos(as) estudantes, e que, de alguma forma, o ambiente influencia o aprendizado do(a) estudante. Contudo, cabe ressaltar que os(as) estudantes das diferentes instituições não foram submetidos às mesmas

metodologias de ensino, e que o tamanho da amostra também foi diferente em cada escola. Embora não tenha sido possível aplicar todas as metodologias de ensino em todas as escolas (Tabela 4), esses resultados também abrem a possibilidade de se debruçar de modo mais cuidadoso sobre a questão, buscando analisar de modo mais detalhado os reais fatores associados aos diferentes desempenhos gerais entre as instituições.

4.4.2 Como explicar a queda na performance na Escola da Rede Federal?

Em todas as avaliações realizadas (questões e mapas conceituais), apesar do bom rendimento em curto prazo, a Escola 1 apresentou queda de performance em médio prazo, levando a questionar os motivos pelos quais isso ocorre (Figura 4).

A Escola 1 integra a rede federal de educação profissional, e a oferta dos cursos de nível médio é integrada à formação técnica. Dessa forma, além das disciplinas básicas características do ensino médio, disciplinas técnicas específicas também integram a matriz curricular dos cursos técnicos.

Ao analisar a matriz curricular dos cursos que participaram do projeto, percebe-se que os(as) estudantes podem ter contato com até 18 disciplinas a cada semestre letivo. Já nas Escolas 2 e 3, da Rede Estadual, a média é de 10 disciplinas por semestre. É possível que a quantidade de disciplinas possa interferir na consolidação de conteúdos em médio prazo. Aliado a esse fator, é possível que o grau de complexidade das matérias possa ser maior, principalmente se quando muitos desses conteúdos estão sendo apresentados pela primeira vez aos(às) estudantes, já que não são trabalhados no ensino fundamental.

Leão e colab. (2017) já haviam analisado a carga horária de diversos cursos nessa mesma instituição, e constaram que todos os cursos apresentam carga horária superior à mínimo exigida pela legislação pertinente. Essa sobrecarga pode estar relacionada com a diminuição do desempenho em médio prazo.

Além das atividades de ensino, a Escola 1 também oferece diversas atividades de pesquisa e extensão aos(às) estudantes do ensino médio. A participação em outras atividades também pode estar relacionada à menor consolidação do aprendizado em médio prazo, embora certamente agregue valores importantes para a formação do(a) estudante.

De fato, a qualidade do ensino é demonstrada pela performance dos(as) estudantes em curto prazo, apesar da queda de rendimento significativa em médio prazo. É importante não analisar a queda de performance em médio prazo isoladamente, mas também considerar a importância da qualificação técnica e da presença da pesquisa, inovação e extensão associadas ao ensino.

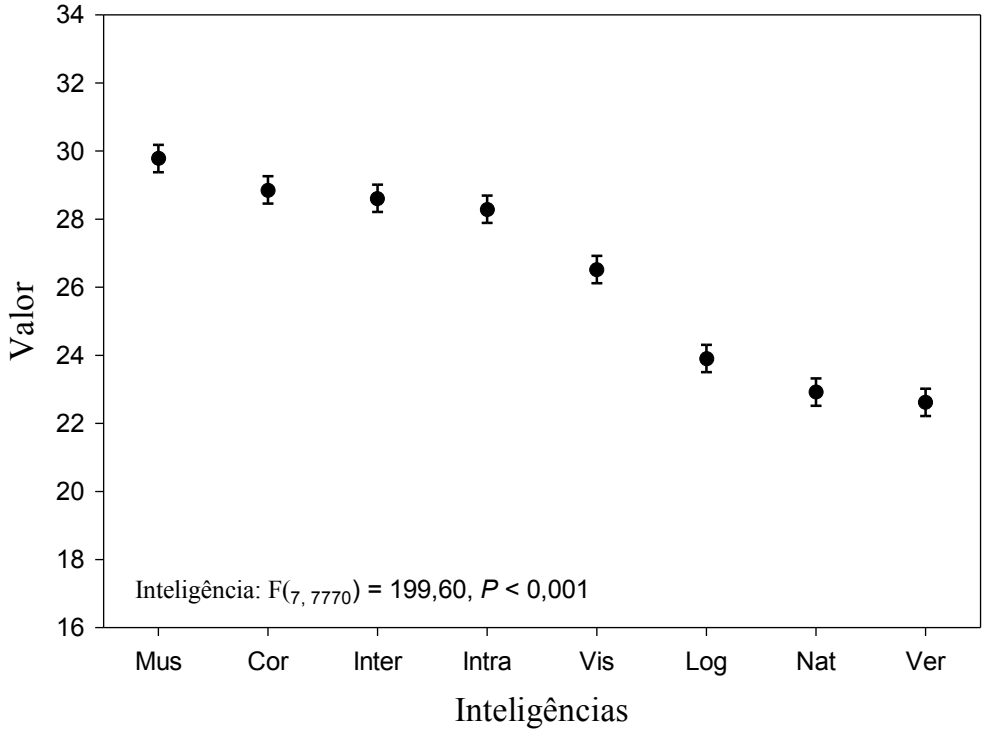
Seria interessante analisar a percepção dos(as) próprios(as) estudantes em relação ao ensino médio e seus itinerários formativos, ou acompanhar o desempenho nos processos de seleção para ingresso nas universidades. Dessa forma, seria possível avaliar se a queda de performance nas avaliações realmente reflete a perda de aprendizado, com prejuízos significativos para o(a) estudante, ou se há uma adaptação necessária às demandas de uma escola mais exigente.

4.4.3 Resultados inteligências múltiplas

Um dos objetivos iniciais do trabalho era traçar o perfil dos(as) estudantes participantes a partir da Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner (1983, 1994, 1995).

Avaliando-se de maneira global e sem distinção as três instituições de ensino participantes, a inteligência Musical foi a inteligência que obteve a maior média geral. As inteligências Corporal, Interpessoal e Intrapessoal obtiveram a segunda maior média, não havendo diferença entre elas. Por outro lado, as inteligências Verbal/Linguística e Naturalística obtiveram as menores médias. A inteligência Lógico/Matemática também obteve média baixa em relação às demais (Figura 5).

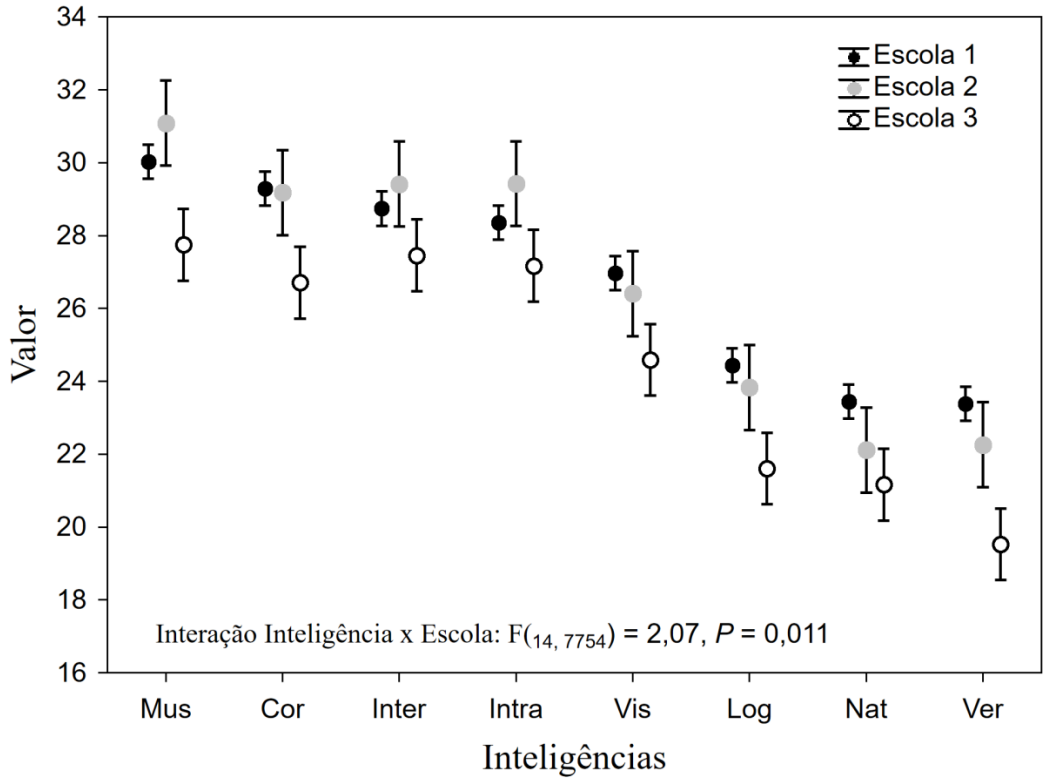
FIGURA 5 - Valores das inteligências múltiplas de acordo com as preferências dos(as) estudantes, mostradas pela média (± 95% Intervalo de Confiança). Os resultados de uma Análise de Variância Unifatorial estão mostrados no gráfico. Diferenças entre médias podem ser comparadas se os intervalos de confiança não cruzam as médias.



FONTE: O autor (2017).

Avaliando as instituições separadamente, percebe-se que o resultado foi bastante semelhante aos resultados globais, evidenciando o reconhecimento das mesmas habilidades entre os(as) estudantes que responderam o questionário. As inteligências Musical, Corporal, Interpessoal e Intrapessoal também obtiveram médias elevadas. As inteligências Verbal/Linguística, Naturalística e Lógico/Matemática obtiveram as médias mais baixas. No entanto, há uma diferença significativa entre as médias atribuídas pelos(as) estudantes da Escola 3 e os(as) estudantes das Escolas 1 e 2 (Figura 6).

FIGURA 6 - Relação entre as inteligências e as escolas, mostradas pela média (± 95% Intervalo de Confiança). Os resultados de uma Análise de Variância Bi-fatorial, considerando a interação significativa, estão mostrados no gráfico. Diferenças entre médias podem ser comparadas se os intervalos de confiança não cruzam as médias.



FONTE: O autor (2017).

Os resultados demonstram a maior identificação dos(as) estudantes em relação às inteligências Musical, Interpessoal, Corporal/Cinestésica e Intrapessoal. Por outro lado, apontam para a baixa identificação com as inteligências Verbal/Linguística, Lógico/Matemática e Naturalística.

Os sistemas de ensino e de avaliação são baseados fortemente nas habilidades linguísticas e lógicas dos estudantes. A maioria dos instrumentos de avaliação utilizados ao longo da vida escolar também valoriza habilidades linguísticas ou lógicas, e a palavra inteligência geralmente é associada a bons desempenhos em testes nessas áreas. Ainda, as disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática usualmente possuem carga horária maior nos currículos escolares, enquanto Educação Física, Artes, Sociologia e Filosofia, cuja oferta é assegurada por legislação específica, possuem carga horária bastante reduzida (LEÃO e colab., 2017).

Um exemplo dessa valorização é a reformulação recente do ensino médio, que torna obrigatório o ensino da língua portuguesa e da matemática nos três anos

do ensino médio. Não há menção semelhante em relação a outras disciplinas, deixando a critério das instituições de ensino a sua oferta, de acordo com a organização dos itinerários formativos planejados pela escola (BRASIL, 2017).

As inteligências que obtiveram os valores mais baixos entre as preferências dos estudantes correspondem justamente àquelas com menor afinidade pelos(as) estudantes, mostrando uma correlação inversa entre as inteligências percebidas e o currículo. Esse descompasso pode fazer com que estudantes se sintam menos capazes e desestimulados(as), levando ao fracasso ou à evasão escolar.

A não valorização das habilidades mais desenvolvidas ou o não fortalecimento dos pontos fracos pode levar à desmotivação e diminuição do interesse pelas atividades escolares. Isso pode ocorrer, inclusive, antes mesmo do ensino médio, quando as atividades lúdicas e atividades em grupo perdem espaço para as atividades individuais e para a exposição dos(as) professores(as).

Além disso, também é importante considerar a fase de desenvolvimento dos(as) estudantes que constituíram a amostra. Considerando a faixa etária dos(as) estudantes que ingressam no ensino médio, é provável que naturalmente haja maior interesse por áreas que não são usualmente as mais valorizadas nos currículos escolares.

4.4.4 Diferentes estratégias de ensino para diferentes inteligências?

Uma das hipóteses iniciais do trabalho era a de que, se os(as) estudantes possuem diferentes habilidades, ou interesses, a utilização de diferentes estratégias de ensino em sala de aula poderia contribuir para a melhora do processo de ensino e aprendizagem. Neste trabalho, a questão da diversidade de habilidades foi analisada a partir da teoria das inteligências múltiplas.

Dessa maneira, foi analisada a interação entre os resultados obtidos com os questionários das inteligências múltiplas e os resultados de performance obtidos com as avaliações em cada grupo experimental.

De certa maneira, as metodologias escolhidas para esse trabalho englobam e demandam habilidades diferentes por parte dos(as) estudantes. Entende-se que as aulas expositivas exigem maior raciocínio lógico e habilidades linguísticas, e em geral não demandam grande participação dos(as) estudantes. As aulas com o uso

das representações não linguísticas se relacionam com a visão espacial, relacionamento interpessoal e atividade cinestésica, exigindo maior participação dos(as) estudantes em seu grupo de trabalho. Por sua vez, a aprendizagem por meio dos jogos cooperativos demanda relacionamento interpessoal e até mesmo atividade cinestésica, também promovendo maior envolvimento dos(as) estudantes.

Gardner afirma que as inteligências estariam, de alguma forma, relacionadas entre si (GARDNER, 1994) e, de fato, não parece ser tarefa simples individualizar as habilidades exigidas para a realização de uma tarefa. A análise de correlação entre as inteligências, de certa forma, mostrou essa relação, já que todas as relações foram significativas (Figura 7).

FIGURA 7 - Valores de correlações de Pearson entre inteligências. Todas as relações são significativas ($P < 0.05$).

	Verb./ling	**Visual/esp.**	**Music.**	**Lóg/mat.**	**Interp.**	**Natural.**	**Corp./cin.**	**Intrap.**
Verb./ling.	-							
Visual/esp.	0.53	-						
Music.	0.46	0.42	-					
Lóg/mat.	0.40	0.49	0.20	-				
Interp.	0.34	0.26	0.46	0.09	-			
Natural.	0.30	0.34	0.29	0.20	0.36	-		
Corp./cin.	0.21	0.37	0.35	0.22	0.51	0.32	-	
Intrap.	0.43	0.35	0.31	0.33	0.12	0.18	0.12	-

FONTE: O autor (2017).

De maneira mais direta, a hipótese inicial era a de que a performance de um(a) estudante em determinado grupo experimental estaria também relacionada ao seu tipo de inteligência. Essa questão se mostrou mais complexa, e não foram encontrados valores significativos suficientes para comprovar essa afirmação (Figura 8).

FIGURA 8 - Valores de correlações de Pearson entre inteligências e performances considerando todos os dados; somente para metodologia expositiva; somente para metodologia RNL; somente para metodologia “Jogos”. Valores significativos estão indicados em negrito ($P < 0.05$).

Todos os dados	**Verb./ling**	**Visual/esp.**	**Music.**	**Lóg/mat.**	**Interp.**	**Natural.**	**Corp./cin.**	**Intrap.**
Performance curto prazo Questões	0.05	0.04	-0.04	0.05	0.02	0.02	-0.02	0.00
Performance curto prazo Mapa	0.06	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	-0.02
Performance médio prazo Questões	0.02	0.01	-0.05	0.06	0.04	0.04	0.03	-0.05
Performance médio prazo Mapa	-0.02	0.01	0.01	0.06	0.03	0.07	0.07	-0.03
Metodologia “expositiva”	**Verb./ling**	**Visual/esp.**	**Music.**	**Lóg/mat.**	**Interp.**	**Natural.**	**Corp./cin.**	**Intrap.**
Performance curto prazo Questões	0.06	0.08	-0.02	0.05	0.07	0.11	0.02	0.00
Performance curto prazo Mapa	0.11	0.08	0.04	0.11	-0.12	0.10	0.07	-0.01
Performance médio prazo Questões	-0.04	0.00	**-0.13**	0.07	0.02	0.01	-0.01	-0.06
Performance médio prazo Mapa	-0.06	-0.01	0.00	0.08	-0.08	0.03	0.02	-0.05
Metodologia “RNL”	**Verb./ling**	**Visual/esp.**	**Music.**	**Lóg/mat.**	**Interp.**	**Natural.**	**Corp./cin.**	**Intrap.**
Performance curto prazo Questões	0.08	0.02	-0.05	0.00	-0.05	-0.03	-0.03	-0.08
Performance curto prazo Mapa	0.09	0.03	0.08	0.03	0.14	0.00	0.05	-0.05
Performance médio prazo Questões	**0.17**	0.12	0.06	0.07	0.02	0.06	0.10	-0.02
Performance médio prazo Mapa	**0.16**	**0.19**	**0.15**	0.11	0.15	0.15	0.13	0.02
Metodologia “Jogos”	**Verb./ling**	**Visual/esp.**	**Music.**	**Lóg/mat.**	**Interp.**	**Natural.**	**Corp./cin.**	**Intrap.**
Performance curto prazo Questões	-0.04	0.03	-0.06	0.11	-0.01	-0.07	-0.06	0.11
Performance curto prazo Mapa	**0.21**	0.09	0.08	0.12	0.12	0.16	0.07	0.12
Performance médio prazo Questões	0.04	-0.05	-0.02	0.09	0.07	0.06	0.02	-0.04
Performance médio prazo Mapa	0.04	-0.07	-0.07	0.08	-0.01	0.06	0.05	0.01

FONTE: O autor (2017).

Novamente, é necessário levar em consideração a complexidade em se medir as habilidades (ou inteligências) de um estudante e, principalmente, atribuir um valor numérico para tal, sendo que o próprio Gardner não elaborou um teste capaz de identificar de maneira mais objetiva suas inteligências múltiplas.

Apesar da não correlação, pode ser importante reconhecer e estimular as diferentes habilidades dos(as) estudantes e suas combinações (STRAUSS e GARDNER, 2013). Esse reconhecimento pode fazer com que diferentes estudantes se sintam valorizados e inseridos no contexto educacional, além da possibilidade de lidar mais adequadamente com diversos problemas que o mundo apresenta. Se

inteligência é um repertório de capacidades para resolver diferentes tipos de problemas, estimular e encorajar esse repertório pode auxiliar o indivíduo a lidar com situações reais que a vida lhe apresentar.

O planejamento de atividades diversificadas e o desenvolvimento de formas de avaliação diferenciadas parecem ser formas adequadas de atender ao perfil heterogêneo de uma turma, ajustando o processo de ensino e aprendizagem (COSENZA e GUERRA, 2011). É possível traçar estilos e metodologias de acordo com a disciplina, com o perfil da turma e com os conteúdos a serem trabalhados. O processo de ensino e aprendizagem pode ser refinado a partir do momento em que o(a) professor(a) toma conhecimento da turma com a qual trabalha e também das dificuldades e desafios inerentes a cada conteúdo (ALMEIDA e colab., 2010).

O fato da teoria ter alcançado rápido reconhecimento na área da educação pode estar relacionado ao fato de estimular a introdução de atividades alternativas em sala de aula, reconhecendo a diversidade entre os(as) estudantes. Com o intuito de promover entusiasmo entre os(as) estudantes e facilitar a aprendizagem.

Enquanto o conceito de inteligências sofre variações, a questão da diversidade humana parece ser ponto de consenso. Se partirmos desse pressuposto, também parece ser inegável que, ao utilizar diferentes técnicas e instrumentos de ensino e avaliação, o(a) professor(a) estará alcançando uma parcela maior de estudantes, e seus diferentes interesses e habilidades. Assim, cada estudante terá a oportunidade, em determinado momento, de expor seu potencial, sentindo-se valorizado(a) e reconhecido(a) dentro da sala de aula.

REFERÊNCIAS

ACCO, Tânia. **Como ingressar no CEP.** Disponível em: <http://www.cep.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=167>. Acesso em: 8 abr 2016.

ACCO, Tânia Maria. **EDITAL 010/2017 - DG/CEP**. Disponível em: <http://www.cep.pr.gov.br/arquivos/File/2017/editais_2018/Edital_010_Educacao_Profissional_Integrado_2018.pdf>. Acesso em: 6 fev 2018.

ALBERTS, Bruce. **Biologia Molecular da Célula**. 5ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ALMEIDA, Leandro da Silva e colab. **Intelligence assessment: Gardner multiple intelligence theory as an alternative**. Learning and Individual Differences, v. 20, p. 225–230, 2010.

ALVES, Rubem. **Retratos de amor**. Campinas: Papirus Editora, 2002.

AMABIS, José Mariano e MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia**. 3ª. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

ANDRADE, Beatrice L. De e ZYLBERSZTAJN, Arden e FERRARI, Nadir. **As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard**. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, p. 1–11, 2002.

ANDREWS, T. M. e colab. **Active Learning Not Associated with Student Learning in a Random Sample of College Biology Courses**. Life Sciences Education, v. 10, p. 394–405, 2011.

ARMSTRONG, Thomas. **Multiple Intelligences in the Classroom**. 3. ed. Alexandria: ASCD, 2009. Disponível em: <http://www.spannj.org/BasicRights/appendix_b.htm>.

BACICH, Lilian e MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. 1ª. ed. Porto Alegre: Penso, 2018.

BALL, Ian e PERRY, Chris. **An exploration of individual differences in teachers**

temperaments and multiple intelligences. Problems of Education in the 21st Century, v. 21, p. 21–32, 2009.

BGFL. **Multiple Intelligences**. Disponível em: <http://www.bgfl.org/bgfl/custom/resources_ftp/client_ftp/ks3/ict/multiple_int/questions/questions.cfm>. Acesso em: 12 abr 2016.

BINET, A. **New Methods for the Diagnosis of the Intellectual Level of Subnormals**. L'Année Psychologique, v. 12, p. 191–244, 1905.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 13.415/2017, de 13 de fevereiro de 2017, Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta** . . Brasil: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. , 2017

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. . Brasil: [s.n.]. , 2000

BRASIL, Ministério da Educação Do. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** . Brasil: [s.n.]. , 2002

CALVINO, Italo. **Seis propostas para o próximo milênio**. 3ª. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.

CARLAN, Francele de Abreu e colab. **Teaching Cell Biology in Primary Schools**. Education Research International, v. 2014, p. 1–5, 2014.

CARRANO, Paulo. **A ANPEd lança a campanha Aqui já tem Currículo: o que criamos na escola...** Disponível em: <http://www.anped.org.br/news/anped-lanca-campanha-aqui-ja-tem-curriculo-o-que-criamos-na-escola>. Acesso em: 4 abr 2016.

CATANI, André e colab. **Ser protagonista: Biologia**. 2ª. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

CHISLETT, V. e CHAPMAN, Alan. **Free Multiple Intelligences test - manual test for young people**. Disponível em: <http://www.businessballs.com/howardgardnermultipleintelligences.htm#multiple

intelligences tests>. Acesso em: 12 abr 2016.

CHUNG, T. **Table-top role playing game and creativity**. Thinking Skills and Creativity, v. 8, p. 56–71, 2013.

COSENZA, R. M. e GUERRA, L. B. **Ciência e Educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DEMO, Pedro. **A educaçao do futuro e o futuro da educaçao**. Campinas: Autores Associados, 2005.

DEPRESBITERES, Léa e TAVARES, Marialva Rossi. **Diversificar é preciso...: instrumentos e técnicas de avaliação de aprendizagem.** São Paulo: Editora Senac, 2009.

DICARLO, Stephen E. **Cell biology should be taught as science is practised**. Nature reviews. Molecular cell biology, v. 7, n. 4, p. 287–90, Abr 2006.

DICICCO-BLOOM, B. e CRABTREE, B. F. **The qualitative research interview**. Medical Education, v. 40, n. 4, p. 314–321, 2006.

ENGUITA, M. F. **A Face Oculta da Escola: educação para o trabalho no capitalismo**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1989.

FERREIRA, Louise Brandes Moura e colab. **O papel dos modelos na formação de licenciandos em ciências biológicas: uma investigação do tipo professor-pesquisador.** Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, v. 1, p. 1–12, 2013.

FERREIRA, Poliana Maia Ferreira. **Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: uma análise no estudo de equilíbrio químico**. 2006. UFMG, 2006.

FRANKEL, Felice. **The power of the “pretty picture”.** Nature Materials, v. 3, p. 417–419, 2004.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

GARDNER, Howard. **Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GARDNER, Howard. **Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences**. New York: Basic Books, 1983.

GARDNER, Howard. **Inteligências Múltiplas - a Teoria na Prática**. 1ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 1995.

GIL-PEREZ, Daniel e CARVALHO, Anna Maria Pessoa De. **Formação de professores de Ciências**. 9ª. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

GYGAX, Gary e ARNESON, Dave. **Dungeons & Dragons**. Rio de Janeiro: Devir, 1974.

HANDE, Shyamala e HANDE, Manjunatha. **A Handy Interactive Class For Teaching Introductory Cell Biology**. The Journal of Effective Teaching, v. 9, n. 1, p. 48–53, 2009.

HAYASHI, André Daniel. **O Comportamento Caórdico dos Jogos de RPG e a Aprendizagem**. Revista PET, v. 3, n. 1, p. 59–66, 2003.

HIJZEN, Daphne e BOEKAERTS, Monique e VEDDER, Paul. **Exploring the links between students' engagement in cooperative learning, their goal preferences and appraisals of instructional conditions in the classroom?** Learning and Instruction, v. 17, n. 6, p. 673–687, 2007.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. São Paulo: Perspectiva, 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estados**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pr>. Acesso em: 24 fev 2017.

IFPR. **Edital IFPR nº 21/2015. Processo Seletivo IFPR 2016 para ingresso nos Cursos Técnicos de Nível Médio**. Disponível em: <http://reitoria.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2014/10/Edital_21_2015_MEDIO.pdf>. Acesso em: 4 ago 2016.

INEP. **Conteúdo das Provas**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/enem/conteudo-das-provas>. Acesso em: 17 jun 2016.

IWASA, Janet H. **Animating the model figure**. Trends in Cell Biology, v. 20, n. 12, p. 699–704, 2010.

JONES, Harriet e colab. **Indications of Knowledge Retention in the Transition to**

Higher Education Indications of Knowledge Retention in the Transition to Higher Education. Journal of Biological Education, v. 9266, n. September, p. 261–273, 2015.

JORDANE, Alex. **Constituição de comunidades locais de prática profissional: contribuições para a construção de um currículo integrado no curso técnico na modalidade de EJA**. 2013. 222 f. Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

JÚNIOR, Valter Carabetta. **A Utilização de Mapas Conceituais como Recurso Didático para a Construção e Inter- Relação de Conceitos**. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 37, n. 3, p. 441–447, 2013.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa e CARNEIRO, José. **Biologia Celular e Molecular**. 9ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

KLEBIS, Daniela. **"Não há desculpa para cientistas e professores não encontrarem maneiras melhores de ensinar ciência", diz Bruce Alberts**. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/nao-ha-desculpa-para-cientistas-e-professores-nao-encontrarem-maneiras-melhores-de-ensinar-ciencia-diz-presidente-de-honra-da-academia-nacional-de-ciencias-dos-eua/>. Acesso em: 2 mar 2017.

KRAUSE, Frederico Coelho. **Modelos Tridimensionais em Biologia e Aprendizagem Significativa na Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Ensino Médio**. 2012. 2012.

LABURÚ, Carlos Eduardo e ARRUDA, Sérgio de Mello e NARDI, Roberto. **Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências**. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 247–260, 2003.

LASH, Margie Deutsche. **Multiple intelligences and the search for creative teaching**. Paths of Learning, v. 22, p. 13–15, 2004.

LEÃO, Gabriel Mathias Carneiro e ROSSET, Michele e RANDI, Marco Antonio Ferreira. **Os desafios da implantação da Base Nacional Comum Curricular no IFPR**. Revista Hipótese, v. In press, 2017.

LECLAIR, Elizabeth E. **Alphatome-Enhancing Spatial Reasoning**. Journal of College Science Teaching, v. 33, n. 1, p. 26–31, 2003.

LEVÍN, Luciano. **Biología**. 1ª. ed. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación, 2011.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 2ª. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2013.

LINHARES, Sérgio e GEWANDSZNADJER, Fernando. **Biologia Hoje**. 2ª. ed. São Paulo: Ática, 2014.

LOPES, Sônia e ROSSO, Sérgio. **Bio**. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez, 1992.

MACEDO, Elizabeth. **Base nacional comum para currículos: direitos de aprendizagem e desenvolvimento para quem?** Educ. Soc, v. 36, n. 133, p. 891–908, 2015.

MARANDINO, M. e SELLES, S. E. e FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

MARTINI, M. **El uso de modelos. Para Educar. Ministério de Educación de la Nacíon Argentina.**

MARZANO, Robert J. e PICKERING, Debra J. e POLLOCK, Jane E. **O ensino que funciona: estratégias baseadas em evidências para melhorar o desempenho dos alunos.** Porto Alegre, Brazil: Artmed, 2008.

MENDONÇA, Vivian L. **Biologia**. 2ª. ed. São Paulo: AJS, 2013.

MILLER, Kenneth R. **Finding the key – cell biology and science education**. Trends in Cell Biology, v. 20, n. 12, p. 691–694, 2010.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Alguns Números da Consulta Pública**. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/numeros-contribuicao>. Acesso em: 4 abr 2016a.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Curricular Comum**. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/conheca>. Acesso em: 4 abr 2016a.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. . Brazil:

[s.n.]. Disponível em: <http://pronatec.mec.gov.br/cnct/>. , 2012a

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. . Brazil: [s.n.]. , 2013

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro**. . Brazil: [s.n.]. , 2003a

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei nº 10.793, de 1º de dezembro de 2003. Altera a redação do art. 26, § 3o, e do art. 92 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que "estabelece as diretrizes e bases da educação nacional", e dá outras providências.** . Brazil: [s.n.]. , 2003b

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005. Dispõe sobre o ensino da língua espanhola.** . Brazil: [s.n.]. , 2005

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei nº 11.684, de 2 de junho de 2008. Altera o art. 36 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir a Filosofia e a Sociologia como disciplinas obrigatórias nos currículos do ensino mé**. . Brazil: [s.n.]. , 2008a

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei nº 11.769, de 18 de agosto de 2008. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação, para dispor sobre a obrigatoriedade do ensino da música na educação básica.** . Brazil: [s.n.]. , 2008b

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **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**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm>. Acesso em: 4 ago 2016c.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei nº 12.287, de 13 de julho de 2010. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, no tocante ao ensino da arte.** . Brazil: [s.n.]. , 2010

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 4 ago 2016.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **MEC reconhece 178 organizações como inovadoras e criativas**. Disponível em: <http://criatividade.mec.gov.br/noticias/61-mec-reconhece-178-organizacoes-como-inovadoras-e-criativas-2>. Acesso em: 4 abr 2016b.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **O que é a Base Nacional Comum Curricular?** Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/conhecaTextosIntrodutorios>. Acesso em: 28 mar 2016b.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 4 ago 2016.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 30 de janeiro 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Disponível em: <http://pactoensinomedio.mec.gov.br/images/pdf/resolucao_ceb_002_30012012.pdf>. Acesso em: 24 jul 2017b.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução nº 6, de 20 de setembro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio.** Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11663-rceb006-12-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 4 ago 2016c.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: [s.n.], 1986.

MUHLSTEDT, Alexandro e colab. **Projeto Político Pedagógico do Colégio Estadual do Paraná**. . Brasil: [s.n.]. , 2014

NOVAK, J. D. **The promise of new ideas and new technology for improving teaching and learning**. Cell Biology Education, v. 2, n. 2, p. 122–132, 2003.

NOVAK, J. D. e GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. [S.l.]: Cambridge University Press, 1993.

PACHECO, Eliezer. **Os Institutos Federais: Uma Revolução na Educação Profissional e Tecnológica**. Natal: Editora do IFRN, 2010.

PAULING, Linus. **Linus Pauling and the Race for DNA**. Disponível em: <http://scarc.library.oregonstate.edu/coll/pauling/dna/>. Acesso em: 21 nov 2016.

PAULING, Linus. **The Discovery of the Alpha Helix**. Disponível em: <https://paulingblog.wordpress.com/2011/03/09/the-alpha-helix/>. Acesso em: 21 nov 2016.

PAVÃO, Andréa. **A aventura da Leitura e da Escrita entre Mestres de Roleplayng Game (RPG)**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Devir, 2000.

RAMOS, Marise Nogueira. **O currículo para o ensino médio em suas diferentes modalidades: concepções, propostas e problemas**. Educação & Sociedade, v. 32, n. 116, p. 771–788, 2011.

RAMOS, Marise Nogueira. **Reforma Da Educação Profissional: Contradições Na Disputa Por Hegemonia No Regime De Acumulação Flexível**. Trabalho, Educação e Saúde, v. 5, n. 3, p. 545–558, 2008.

RANDI, Marco Antonio Ferreira. **Criação, aplicação e avaliação de aulas com jogos cooperativos do tipo RPG para o ensino de biologia celular**. 2011. Universidade Estadual de Campinas, 2011.

RODRIGUES, Sonia. **Roleplayng Game e a Pedagogia da Imaginação no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertarnd Brasil, 2004.

ROGERS, Keith. **The Rogers Indicator of Multiple Intelligences**. Disponível em: <http://www.personal.psu.edu/bxb11/MI/rimi2.htm#showResults>. Acesso em: 12 abr 2016.

RONCA, Antonio Carlos Caruso. **Avaliação da educação básica. Seus limites e possibilidades**. Retratos da Escola, v. 7, n. 12, p. 77–86, 2013.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. Campinas:

Autores Associados, 2013.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educaçao e politica**. 24ª. ed. São Paulo: Cortez : Autores Associados, 1991.

SCHALER, Jeffrey A. **Howard Gardner Under Fire. The Rebel Psychologist Faces His Critics**. Chicago: Open Court, 2007.

SEED. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Biologia**. Paraná, Brasil: Secretaria de Estado da Educação do Paraná, 2008.

SEED, SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO –. **Instrução Conjunta nº 001/2014 - SEED/SUED/-SUDE. Orienta a Matrícula nas Instituições de Ensino da Rede Estadual, Escolas de Educação Especial e Escolas Conveniadas para o ano letivo de 2015.** . Brazil: [s.n.]. , 2014

SILVA, L. X. d. L. e. **Processos cognitivos em jogos de role-playing: world of warcraft vs. dungeons & dragons**. 2008. 199 f. Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

SINGER, S. J. e NICOLSON, G. L. **The Fluid Mosaic Model of the Structure of Cell Membranes**. Science, v. 175, n. 18, p. 720–731, 1972.

SOLANO, Myleen Madrigal. **Inteligencias múltiples: un nuevo paradigma**. Med. leg. Costa Rica, http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152007000200006&lang=pt, v. 24, n. 2, p. 81–98, 2007.

SORIN-AVRAM, Vîrtop. **Possibilities of Instruction Based on the Students' Potential and Multiple Intelligences Theory**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 191, p. 1772–1776, 2015. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042815024830>.

STATSOFT INC. **STATISTICA (data analysis software system), version 10.** . Tulsa: [s.n.]. Disponível em: <www.statsoft.com.>. , 2011

STRAUSS, Valerie e GARDNER, Howard. **Howard Gardner: "Multiple intelligences" are not "learning styles".** Disponível em:

<https://www.washingtonpost.com/news/answer-sheet/wp/2013/10/16/howard-gardner-multiple-intelligences-are-not-learning-styles/>. Acesso em: 11 ago 2016.

SULAIMANA, Tajularipin e ABDURAHMAN, Abdul Raub e RAHIM, Suzieleez Syrene Abdul. **Teaching Strategies Based on Multiple Intelligences Theory among Science and Mathematics Secondary School Teachers**. Procedia Social and Behavioral Sciences, v. 8, p. 512–518, 2010.

TANNER, Kimberly e ALLEN, Deborah. **Approaches to Biology Teaching and Learning: Learning Styles and the Problem of Instructional Selection--Engaging All Students in Science Courses**. Cell Biology Education, v. 3, n. 4, p. 197–201, 2004. Disponível em: <http://www.lifescied.org/content/3/4/197.short\nhttp://www.lifescied.org/cgi/doi/10.1187/cbe.04-07-0050>.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro e colab. **Novas tramas para as técnicas de ensino e estudo**. Campinas: Papirus, 2013.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro e colab. **Técnicas de ensino: por que não?** 21ª. ed. Campinas: Papirus Editora, 2011.

VESELINOVSKA, Snezana Stavreva e GUDEVA, Liljana Koleva e DJOKIC, Milena. **Applying appropriates methods for teaching cell biology**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 15, p. 2837–2842, 2011.

VISSER, Beth A. e ASHTON, Michael C. e VERNON, Philip A. **Beyond g: Putting multiple intelligences theory to the test**. Intelligence, v. 34, n. 5, p. 487–502, 2006a.

VISSER, Beth A. e ASHTON, Michael C. e VERNON, Philip A. **g and the measurement of Multiple Intelligences: A response to Gardner**. Intelligence, v. 34, n. 5, p. 507–510, 2006b.

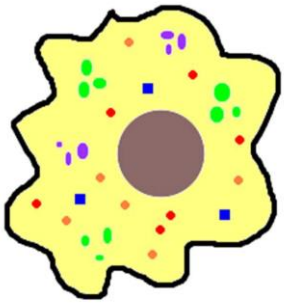
WOOD, William B. **Innovations in teaching undergraduate biology and why we need them.** Annual review of cell and developmental biology, v. 25, p. 93–112, 2009.

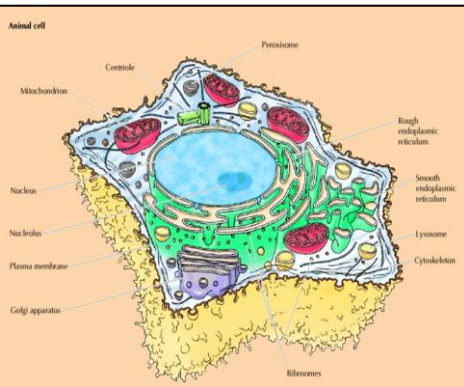
APÊNDICES

Apêndice I - Aula Membrana plasmática - Expositiva

PENSE RÁPIDO!

Desenhar uma célula em 2 segundos!





MEMBRANA PLASMÁTICA

MEMBRANAS CELULARES

Características gerais:

- Camada gordurosa que envolve as células;
- Extremamente fina: 7 a 10nm de espessura;
- Visível somente ao Microscópio Eletrônico;
- Viscosa, fluida e dinâmica;
- Assimétrica;
- Semipermeável, seletiva.

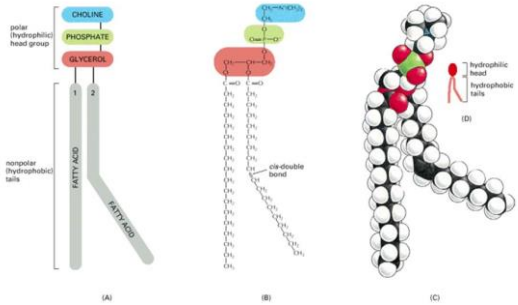
Funções:

- Separa o meio intra e extracelular;
- Barreira mecânica;
- Controla a entrada e a saída de substâncias (transporte através da membrana) SEMI-PERMEÁVEL, SELETIVA;
- Especializações de membrana;
- Reconhecimento de células ou moléculas (receptores);
- Adesão e migração celular...

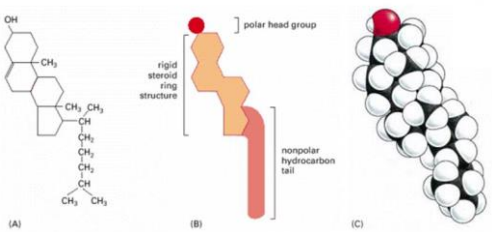
Composição química da membrana plasmática:

- Lipídios
- Proteínas
- Glicídios (carboidratos)

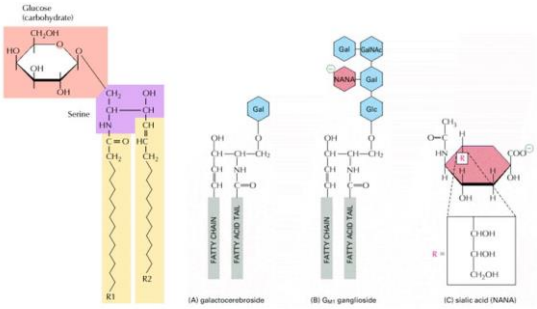
Principais lipídeos de membrana: **Fosfolipídeos**



Principais lipídeos de membrana: **Colesterol**



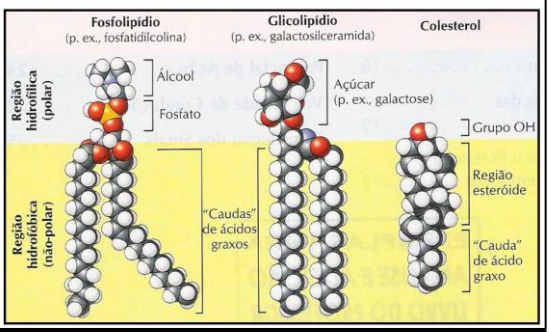
Principais lipídeos de membrana: **Glicolipídeos**



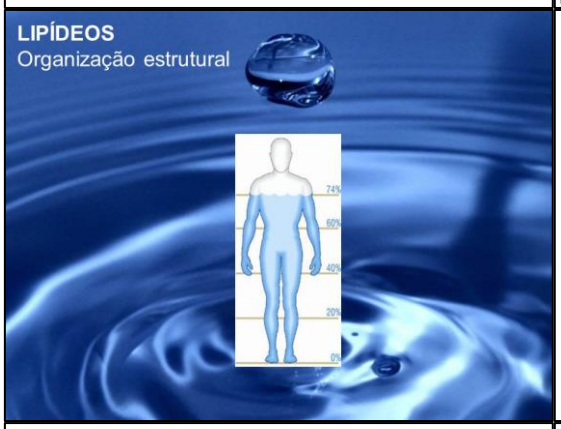
Cerebrosídeo Gangliosídeo

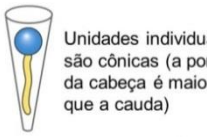
MOLÉCULAS ANFIPÁTICAS

= duplo = comportamento

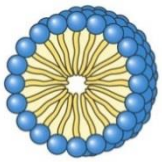


LIPÍDEOS
Organização estrutural



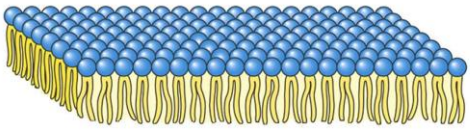


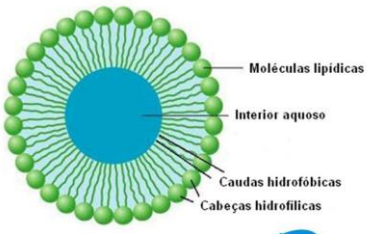
Unidades individuais são cônicas (a porção da cabeça é maior do que a cauda)



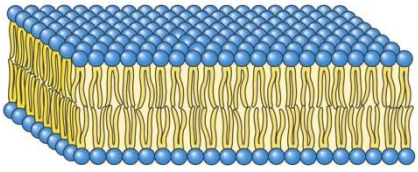
Micela

Unidades individuais são cilíndricas (a porção da cabeça equivale à da cauda)

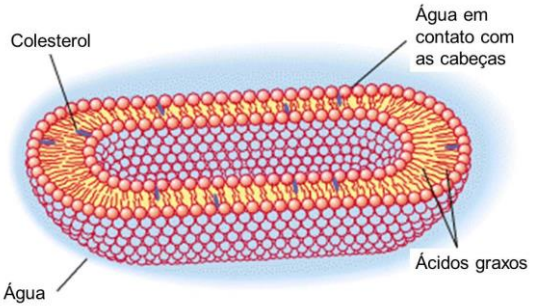




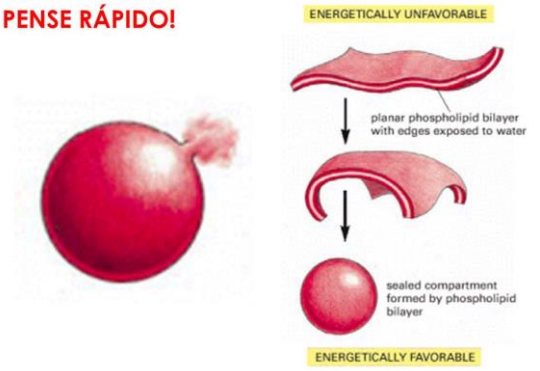
Unidades individuais são cilíndricas (a porção da cabeça equivale à da cauda



Bicamada

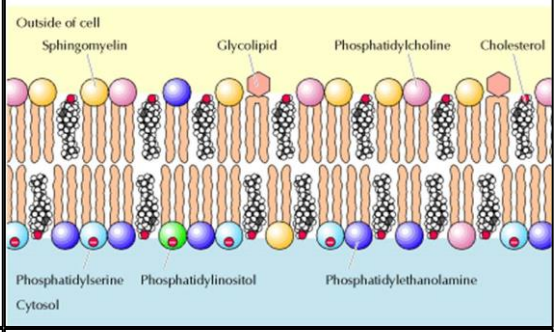


PENSE RÁPIDO!

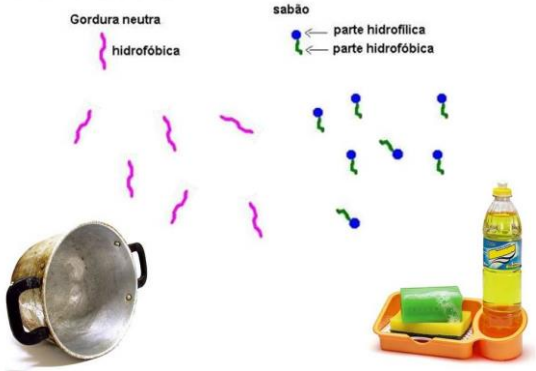


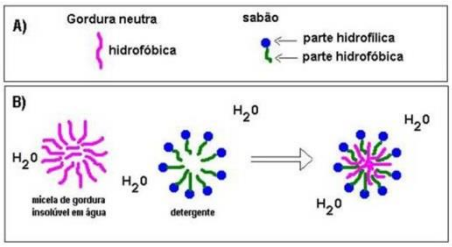
Auto-selamento

Assimetria da membrana



PENSE RÁPIDO!





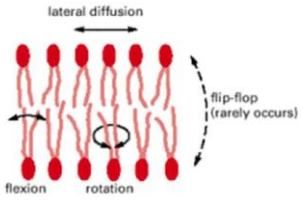
A) Representação esquemática de moléculas de gordura neutra e de sabão (detergente);
B) Gota de gordura em solução aquosa interage com a região apolar das micelas de detergente;
o conjunto permanece solúvel devido à extremidade polar das moléculas do detergente.

PENSE RÁPIDO!

Constituição da membrana da bolha de sabão, formada entre água e ar.

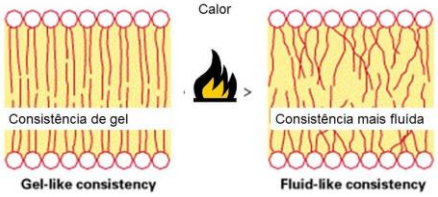
FLUIDEZ DA MEMBRANA

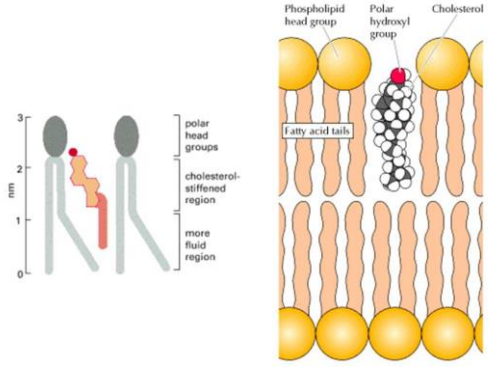
1) Movimentação de lipídeos



FLUIDEZ DA MEMBRANA

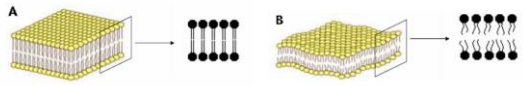
2) Fatores que interferem na fluidez da membrana





Fatores que interferem na fluidez da membrana

Fator	Efeito
Temperatura	O aumento da temperatura aumenta a fluidez
Saturação	O aumento de ácidos graxos insaturados aumenta a fluidez
Colesterol	O aumento da taxa de colesterol diminui a fluidez da membrana
Comprimento da cadeia de ácidos graxos	Cadeias longas de ácidos graxos se associam melhor, aumentando a compactação da membrana (menor fluidez).



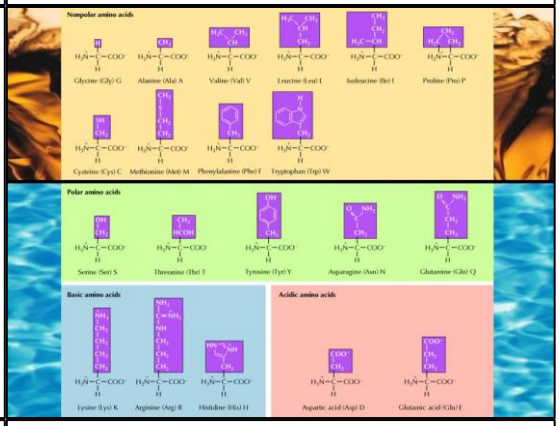
PENSE RÁPIDO!

Ácido graxo e gordura saturado

Ácido graxo e gordura insaturada

2. PROTEÍNAS

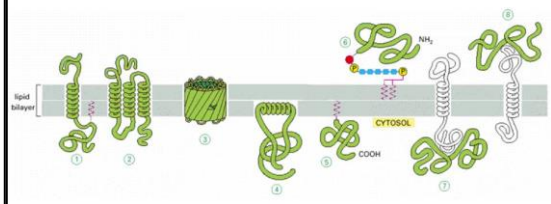
Organização estrutural



Como os lipídeos, as proteínas são ANFIPÁTICAS

As proteínas de membrana podem estar associadas à bicamada lipídica de várias maneiras:

1) Proteínas integrais
2) Proteínas periféricas



PROTEÍNAS INTEGRAIS DA MEMBRANA

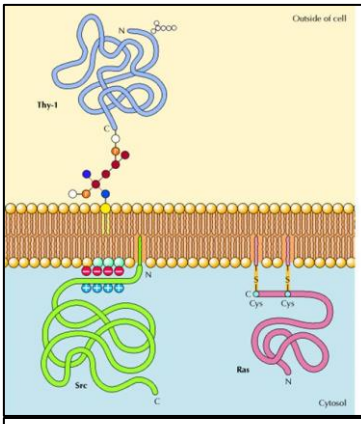
Só podem ser liberadas da membrana através de tratamentos drásticos, que rompem a bicamada lipídica.

Porções destas proteínas integrais encontram-se inseridas na bicamada lipídica, de modo que elas só podem ser dissociadas com reagentes que rompam estas interações hidrofóbicas.

Os reagentes mais comuns utilizados para solubilizar membranas são os detergentes.

Proteínas ancoradas à superfície citosólica por meio de uma hélice anfipática.

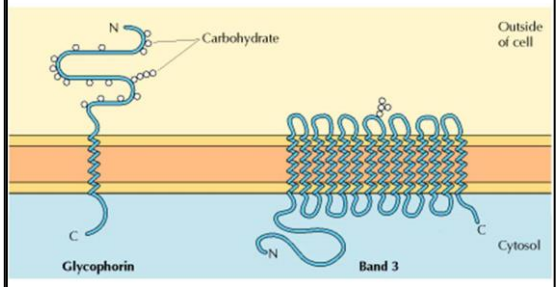
Proteínas de membrana localizam-se inteiramente no citosol e estão associadas à monocamada citosólica da bicamada lipídica por meio de uma hélice exposta na superfície da proteína.



Exemplos de proteínas **integrais** ancoradas à membrana plasmática através de lipídeos e glicolipídeos

PROTEÍNAS INTEGRAIS TRANSMEMBRANA

- Proteínas transmembrana de passagem única (unipasso)
- Proteínas transmembrana multipassagem (passagem múltipla ou multipasso)



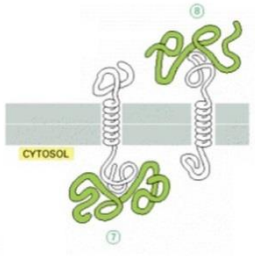
PROTEÍNAS PERIFÉRICAS DA MEMBRANA

Muitas das proteínas desse tipo podem ser liberadas da membrana por processos de extração relativamente amenos, como exposição a soluções de força iônica muito alta ou muito baixa, ou de pHs extremos, que interferem com as interações proteína-proteína, mas deixam a dupla camada lipídica intacta.

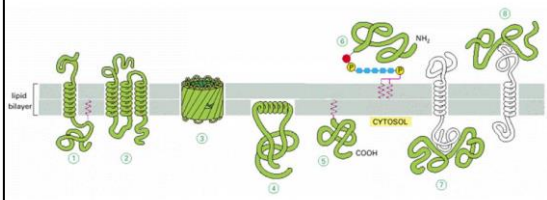
Não se encontram inseridas no interior hidrofóbico da bicamada lipídica.

Estão indiretamente associadas com a membrana através de interações proteína-proteína.

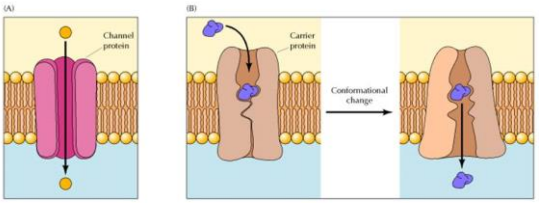
Algumas proteínas de membrana não se projetam e forma alguma para o interior hidrofóbico da bicamada lipídica; em vez disso, ligam-se a uma as faces da membrana por meio de interações **não covalentes** com outras proteínas de membrana.



A **FORMA** como uma proteína de membrana se associa à bicamada lipídica reflete a sua **FUNÇÃO**



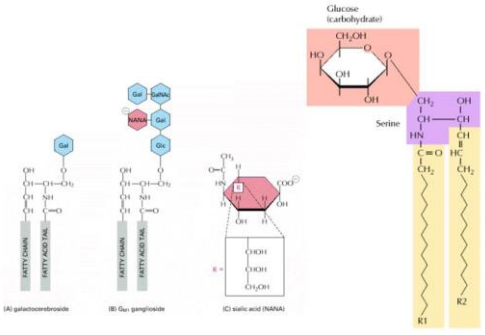
Transporte através da membrana: canais iônicos e permeases



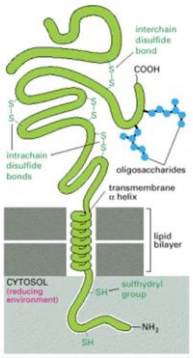
3. CARBOIDRATOS

Organização estrutural

Muitos lipídeos de membrana são glicosilados

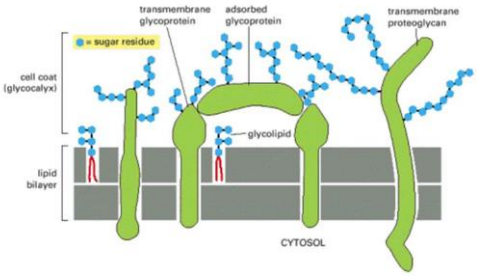


Muitas proteínas de membrana são glicosiladas



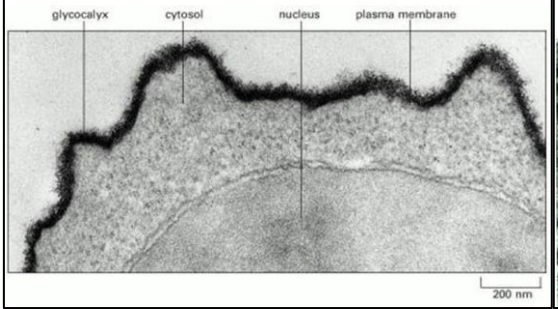
Observar que as cadeias de oligossacarídeos e as pontes dissulfeto estão na superfície não-citosólica da membrana.

Estes carboidratos são encontrados como cadeias de oligossacarídeos ligadas covalentemente às proteínas (glicoproteínas) e a lipídeos (glicolipídeos) da membrana.

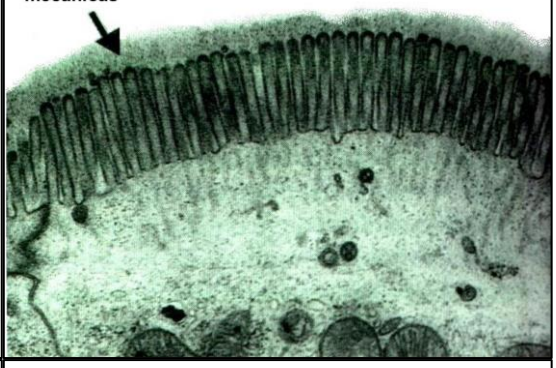


GLICOCÁLICE

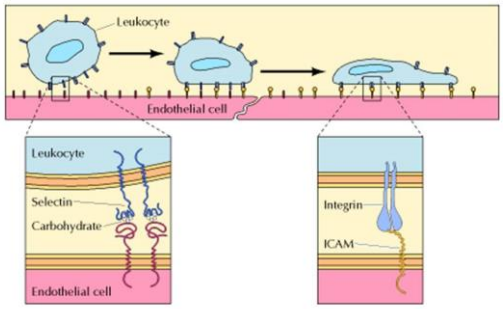
A superfície da célula é revestida com resíduos de açúcares



Proteção da superfície celular de agressões químicas e mecânicas

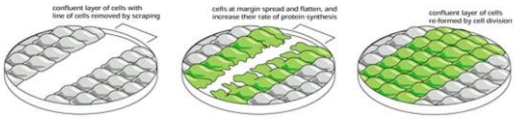


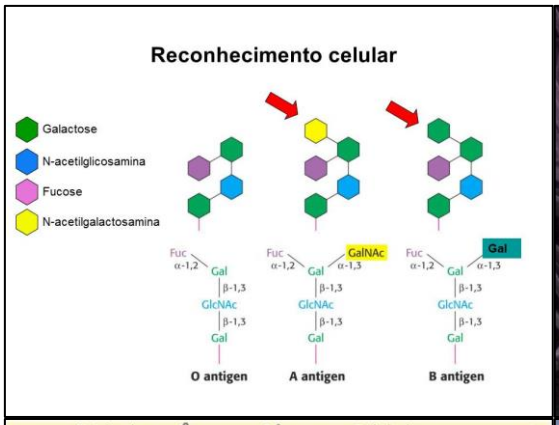
Adesão entre leucócitos e células endoteliais

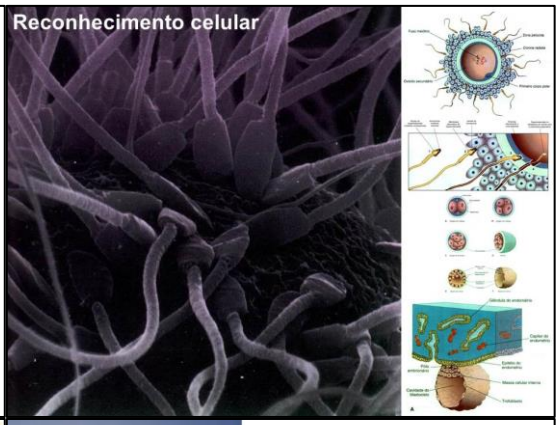


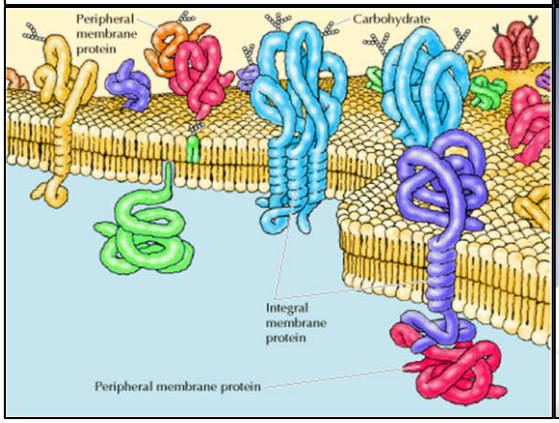
RECONHECIMENTO CELULAR

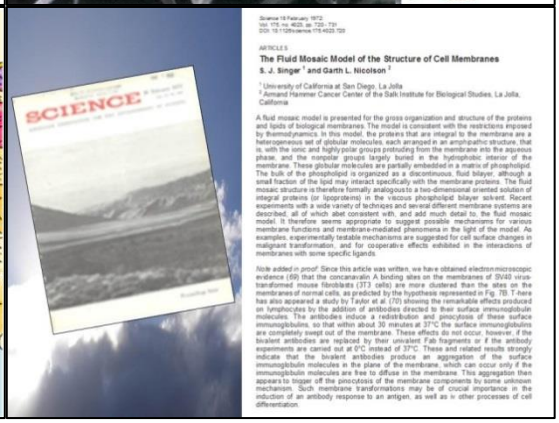
Inibição por contato



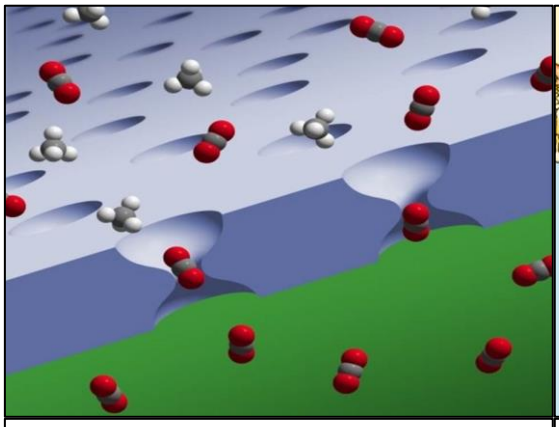

Reconhecimento celular
Galactose
N-acetilglicosamina
Fucose
N-acetilgalactosamina
Fuc
α-1,2
Gal
β-1,3
GlcNAc
β-1,3
Gal
O antigen
GalNAc
α-1,3
A antigen
Gal
α-1,3
B antigen

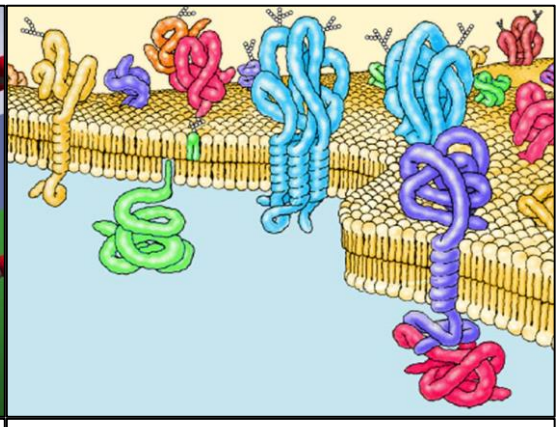

Reconhecimento celular


Peripheral membrane protein
Carbohydrate
Integral membrane protein
Peripheral membrane protein

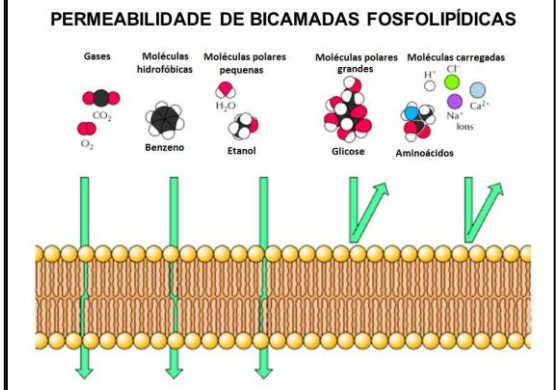

SCIENCE
The Fluid Mosaic Model of the Structure of Cell Membranes
S. J. Singer and Garth L. Nicolson

Apêndice II - Aula Transporte através da membrana plasmática - Expositiva

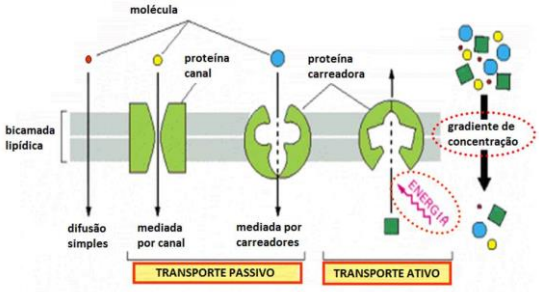




TRANSPORTE ATRAVÉS DA MEMBRANA



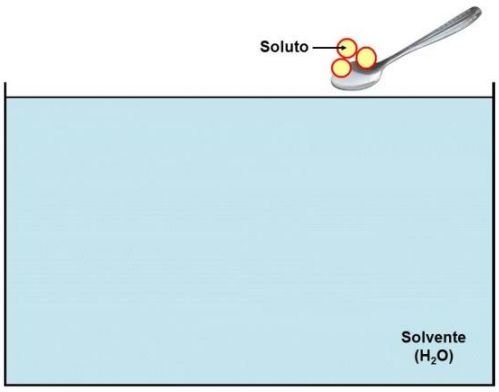
TRANSPORTE PASSIVO (DIFUSÃO) E ATIVO

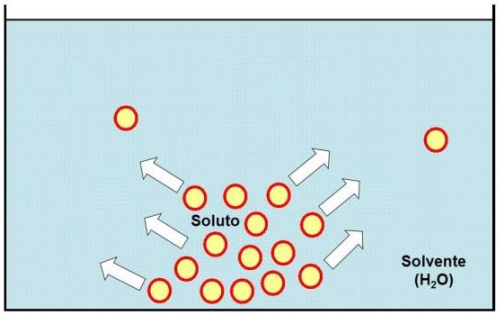


DIFUSÃO

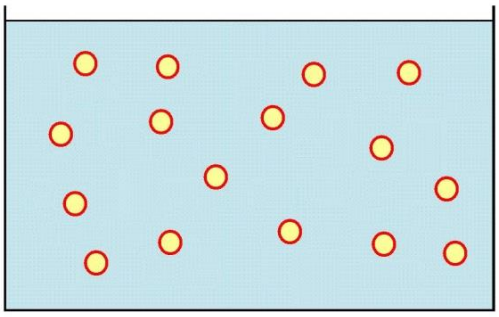
Na difusão, as partículas se movem da área de maior concentração para a de menor concentração, distribuindo-se uniformemente.

O sistema atingiu o estado de **EQUILÍBRIO**!





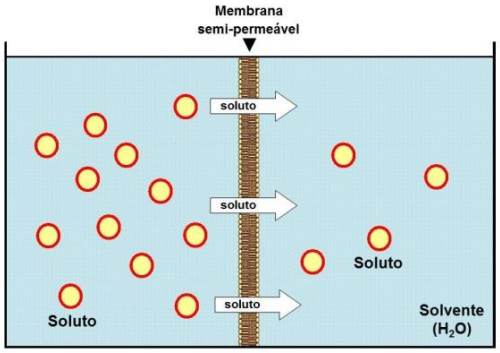
EQUILÍBRIO / DISTRIBUIÇÃO UNIFORME



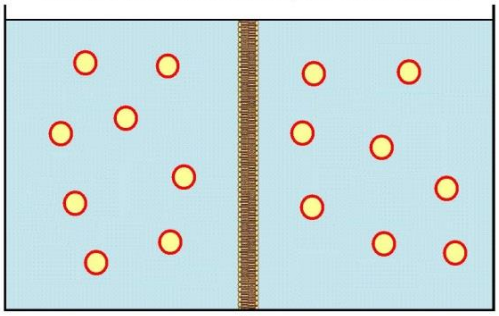
Difusão através de barreiras seletivas

O transporte decorrente da difusão é, com frequência, referido como "*morro abaixo*" (*downhill*) ou transporte passivo.

Não é necessário qualquer suprimento adicional de energia a esses sistemas para permitir esses fluxos.



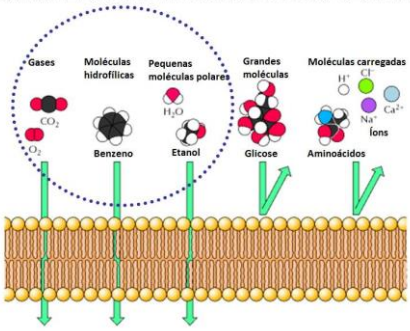
EQUILÍBRIO / DISTRIBUIÇÃO UNIFORME



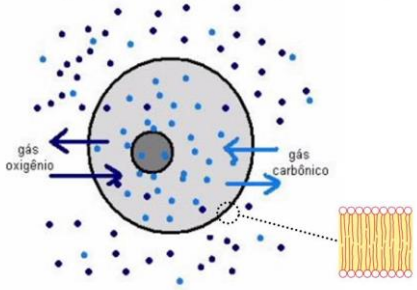
ISOTÔNICOS

Esses movimentos são referidos como **DIFUSÃO SIMPLES**.

PERMEABILIDADE DE BICAMADAS FOSFOLIPÍDICAS



Compostos **pequenos** e **apolares** (lipossolúveis)



As moléculas solúveis em lipídeos penetram com facilidade nas membranas, por difusão, através da bicamada lipídica.

TRANSPORTE MEDIADO POR PROTEÍNAS INTEGRAIS TRASMEMBRANA

Moléculas maiores ou carregadas eletricamente não conseguem atravessar a membrana por difusão simples!

Outros mecanismos estão presentes, capazes de mediar a entrada dessas substâncias nas células, em quantidade suficiente para manter os processos metabólicos essenciais.

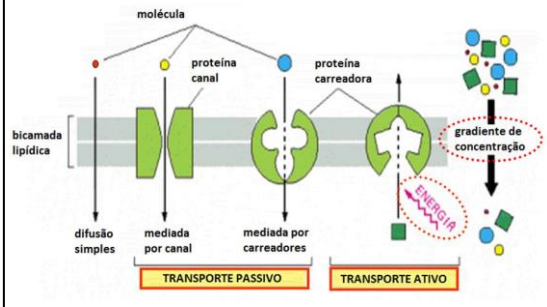
DIFUSÃO FACILITADA

DIFUSÃO FACILITADA

Processo mediado por proteínas capazes de transferir uma substância onde esteja mais concentrada, para outra onde sua concentração seja menor.

A difusão facilitada se assemelha aos processos de difusão simples, onde a direção do fluxo efetivo é sempre "*morro abaixo*".

A diferença está na transferência de um soluto que não seria capaz de atravessar diretamente a bicamada lipídica.



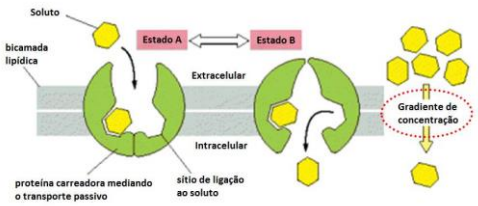
Existem duas principais classes de proteínas de transporte de membrana:

1. **CARREADORAS (PERMEASES)**
2. **CANAIS IÔNICOS (PROTEÍNAS CANAL)**

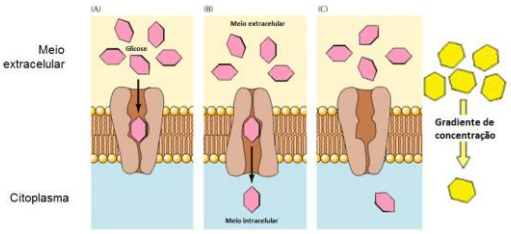
Todas as proteínas de transporte de membrana estudadas são proteínas transmembrana de múltipla passagem.

PROTEÍNAS CARREADORAS (PERMEASES)

As **proteínas carreadoras** ligam o soluto específico a ser transportado e sofrem uma série de mudanças conformacionais para transferir o soluto ligado através da membrana.



Transporte de glicose através das membranas que envolvem muitas células animais, como células musculares estriadas.

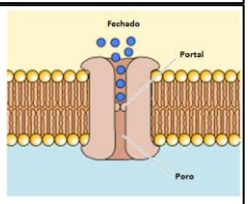


Concentração de glicose, nessas células, é muito mais baixa que a concentração de glicose no líquido extracelular, visto que a glicose é rapidamente metabolizada nessas células.

CANAIS IÔNICOS

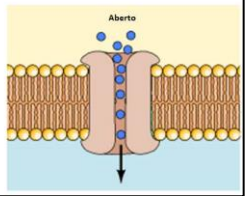
Elas formam poros aquosos através da bicamada lipídica que permitem que os solutos específicos passem (geralmente íons inorgânicos de tamanho e de carga apropriados) através deles e, portanto, cruzem a membrana.

Modelo de um canal iônico

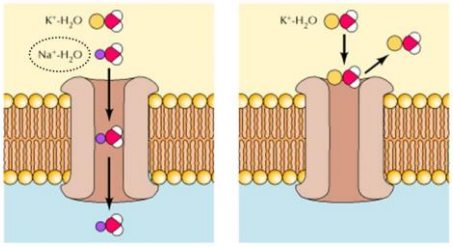


A maioria das proteínas de canal conectam o citoplasma ao exterior celular.

Uma vez que essas proteínas estão envolvidas de modo específico com transporte de íons inorgânicos, elas são referidas como **canais iônicos**.

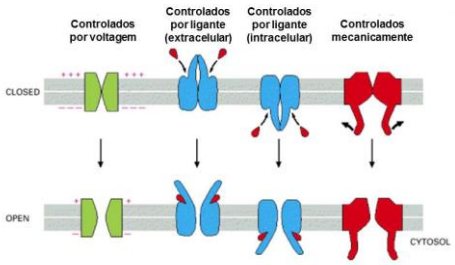


Os canais iônicos são seletivos

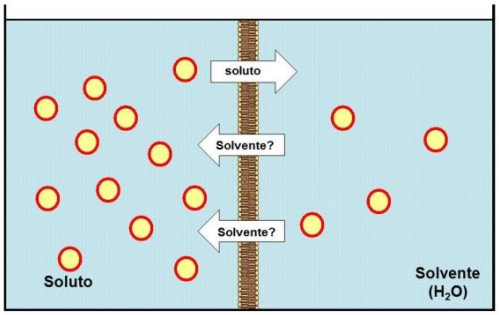


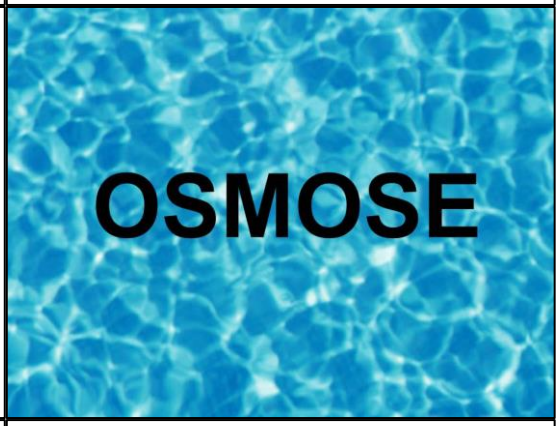
Íon seletividade dos canais de Na^+

Os canais iônicos são controlados



O controle de canais iônicos

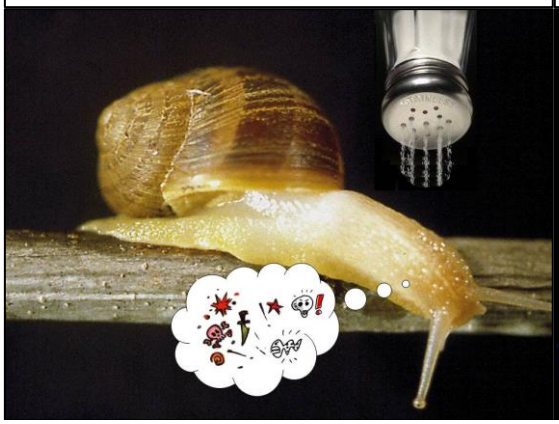


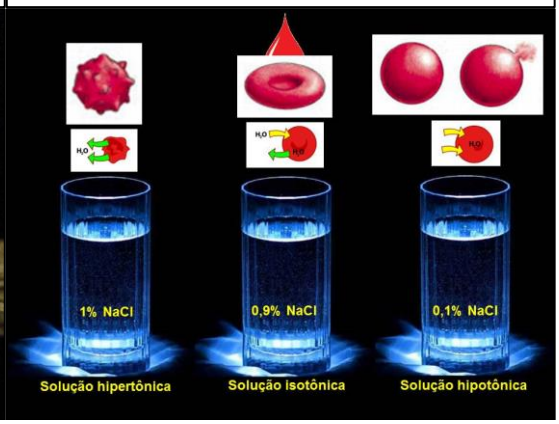


OSMOSE:

Passagem do solvente (água), do meio hipotônico (menor concentração) para o meio hipertônico (maior concentração) através de uma membrana semipermeável, sem gasto de energia.

Exemplos práticos...





SORO FISIOLÓGICO

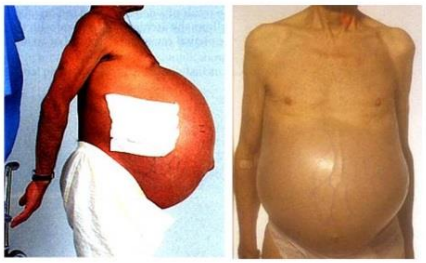
Solução isotônica em relação aos líquidos corporais que contém 0,9%, em massa, de NaCl em água destilada, ou seja, cada 100mL da solução aquosa contém 0,9 gramas do sal.

CONSUMO EXCESSIVO DE SAL E PRESSÃO ARTERIAL

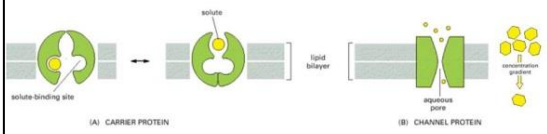
ASCITE

Sinônimos ou nomes populares: água na barriga, barriga d'água.

Ascite é o acúmulo anormal de líquido no abdome, em torno do intestino e outros órgãos abdominais. Pode ocorrer por perda excessiva de proteína na urina (síndrome nefrótico) ou por **desnutrição protéico**-calórica.



Todas as proteínas de canal e muitas proteínas carreadoras permitem somente a passagem passiva dos solutos pela membrana, um processo denominado **transporte passivo** ou **difusão facilitada**.

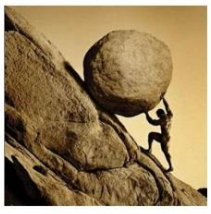


A vida não seria possível caso a difusão fosse o único mecanismo disponível para a troca de solutos através dos limites celulares.

As concentrações intracelulares de muitos solutos diferem de suas concentrações no meio extracelular.

Existem numerosos processos biológicos de transporte que produzem fluxo de solutos de região de **MENOR** concentração para outra de **MAIOR** concentração.

Esses processos de transporte "morro acima" (*uphill*) ou "ativos", não podem ser devidos à difusão e são dependentes de suprimento de **ENERGIA**, além da simples energia térmica.



TRANSPORTE ATIVO

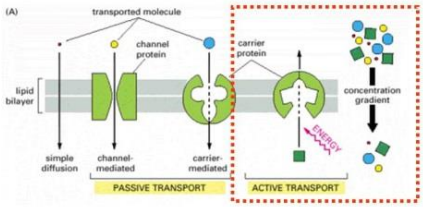
O transporte ativo é mediado por proteínas carreadoras acopladas a uma fonte de energia

As células necessitam de proteínas de transporte que irão bombear ativamente certos solutos através da membrana contra seu gradiente eletroquímico.

Esse processo, conhecido como **transporte ativo**, é mediado por **carreadores** (**permeases**), os quais são também chamados ***bombas***.

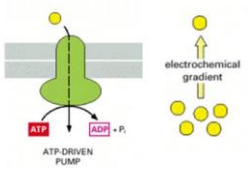
PROTEÍNAS CARREADORAS E TRANSPORTE ATIVO DE MEMBRANA

Fornecer mecanismos pelo qual substâncias possam, ativamente, ser transportadas para dentro ou para fora das células.

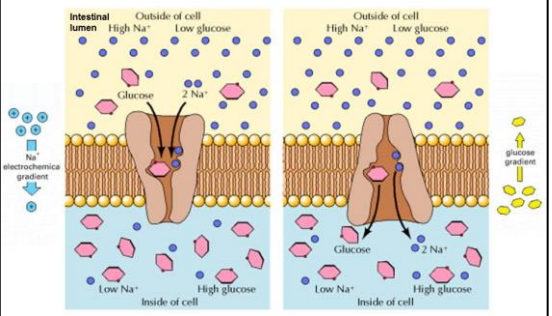


No transporte ativo, a atividade bombeadora da proteína carreadora é direcional, pois está acoplada a uma fonte de energia metabólica, tal como a **hidrólise de ATP**.

O transporte por carreadores pode ser ativo ou passivo, enquanto o transporte por proteínas de canal é sempre passivo.

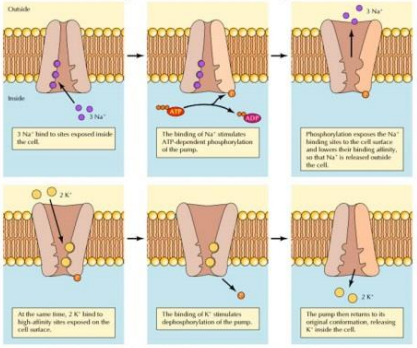


Atividade bombeadora da proteína carreadora acoplada a um gradiente de íons.

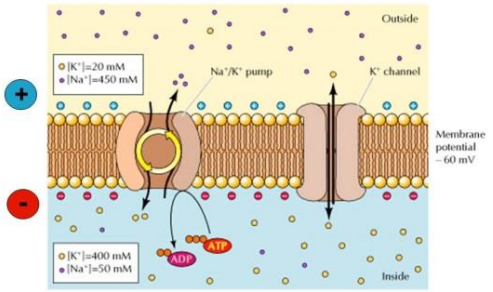


Transporte de glicose orientado pelo gradiente de Na^+ é responsável pela internalização de glicose a partir do lúmen do intestino.

Atividade bombeadora da proteína carreadora acoplada a a hidrólise de ATP.



Modelo para o funcionamento da bomba de Na^+-K^+.

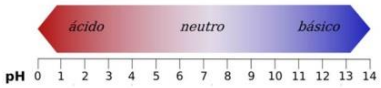


Gradiente de íons e potencial de membrana em repouso

Quando o K+ sai da célula por difusão (canais de vazamento de K^+), as cargas negativas de moléculas citoplasmáticas (aminoácidos, proteínas, fosfato, RNA) geram o potencial de membrana.

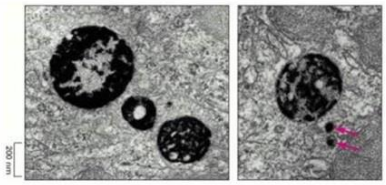
As proteínas carreadoras na membrana regulam o pH citosólico ou de compartimentos intracelulares

A estrutura e a função da maioria das macromoléculas é influenciada de forma significativa pelo pH, e a maioria das proteínas opera otimamente em um pH específico.

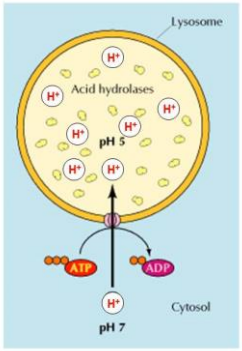


LISOSSOMOS

Visualização histoquímica dos lisossomos



A morfologia heterogênea reflete variações na quantidade e natureza do material que está sendo digerido.



Organização do lisossomo

Lisossomos contêm uma variedade de hidrolases ácidas que são ativas no pH ácido mantido no lisossomo, mas não no pH neutro do citosol.

O pH ácido interno dos lisossomos resultam na bomba de próton na membrana lisossomal, que importa prótons H^+ do citosol acoplado com a hidrólise do ATP.

Apêndice III - Aula Membrana plasmática - Representação não linguística (Construção de modelo 3D)

Tema: Composição química e organização estrutural da Membrana plasmática
Grupo: Representações não linguísticas
Atividade em grupo

Objetivos:
Construir um modelo tridimensional (maquete) que represente a composição química e a organização da membrana plasmática das células eucariontes, de acordo com o modelo do mosaico fluido, proposto por Singer e Nicholson em 1972.

Materiais necessários sugeridos:
1) Tesoura
2) Cola bastão, cola quente
3) Lápis de cor, giz de cera, canetas hidrográficas, tinta ou outros materiais para colorir
4) Cartolina ou papel *Kraft*
5) Bolas de isopor
6) Massinha colorida
7) Barbante, fios coloridos, arame
8) Base de madeira, placa de isopor ou papelão resistente
9) Materiais recicláveis, plásticos, canudinhos, palitos (dente, espetinho, sorvete)
10) Papel crepom
11) Pincel, durex, fita crepe
12) Materiais comestíveis (bala de goma, *marshmallow*, jujuba, etc.)
13) Outros, de acordo com a proposta e a criatividade do grupo

Orientações:
Utilizando os materiais escolhidos pelo grupo, construa um modelo tridimensional da membrana plasmática, identificando os seguintes componentes na maquete:
- Fosfolipídios;
- Glicolipídios;
- Colesterol;
- Proteínas periféricas;
- Proteínas integrais (parcial, transmembrana de passagem única e transmembrana de múltiplas passagens);
- Glicídios (presentes em glicolipídios e em glicoproteínas e que formarão o glicocálice);
- Identifique cada componente (você pode usar indicações ou legendas, por exemplo);
- Represente a água e indique os lados intra e extracelular no cartaz;
- Identifique o curso, a turma, o ano e os integrantes do grupo.

Durante a atividade, pesquise e discuta com seus colegas:
- Os principais componentes da membrana plasmática;
- As principais funções e características de cada componente da membrana plasmática;
- O significado das palavras: hidrofílico, hidrofóbico e anfipático;

- Quais são as forças responsáveis por manter a organização da estrutura da membrana plasmática;
- As principais características da membrana plasmática;
- As funções mais importantes que a membrana plasmática desempenha nas células (discuta também a importância da membrana plasmática e sua relação com a origem da primeira célula);
- As consequências de variações dos componentes da membrana plasmática para as células.

Exemplos de modelos tridimensionais de membrana plasmática[22]:

[22] https://nacienciacomnatalia.files.wordpress.com/2012/07/cimg5060.jpg
http://i.ytimg.com/vi/Khd-OA3JgSQ/hqdefault.jpg
http://www.escola.sed.sc.gov.br/eebvpsg/files/2013/04/DSCF0094.jpg
http://www.escola.sed.sc.gov.br/eebvpsg/files/2013/04/DSCF0095.jpg
http://i.ytimg.com/vi/us3gEBAiwCM/hqdefault.jpg

Apêndice IV - Aula Transporte através da membrana plasmática - Representação não linguística (Cartaz)

Tema: Transporte através da membrana plasmática
Grupo: Representações não linguísticas
Atividade em grupo

Objetivos:
1) Construir um cartaz representando a composição química e a organização da membrana plasmática das células, de acordo com o modelo do mosaico fluido, proposto por Singer e Nicholson em 1972;
2) Representar os principais mecanismos de transporte realizados pela célula:
   - Difusão simples
   - Osmose
   - Difusão facilitada (mediada por canais iônicos e por permeases/carreadores)
   - Transporte ativo

Materiais necessários sugeridos:
1) Tesoura
2) Cola bastão
3) Lápis de cor, giz de cera ou outros materiais para colorir
4) Canetas hidrográficas
5) Cartolina ou papel *Kraft*

Orientações:
1) Identificação:

1.1 Identifique os principais componentes da membrana plasmática nas cartelas[23]:
   - Fosfolipídios;
   - Glicolipídios;
   - Colesterol;
   - Proteínas periféricas;
   - Proteínas integrais (parcial, transmembrana de passagem única e transmembrana de múltiplas passagens, canal iônico (proteína canal), permease (proteína carreadora);
   - Glicídios (presentes em glicolipídios e em glicoproteínas e que formarão o glicocálice).

   Pinte cada componente de forma a destacar o comportamento hidrofílico ou hidrofóbico da molécula (componentes que apresentam duplo comportamento são chamados de anfipáticos). Recorte os componentes e agrupe-os em categorias;

1.2 Identifique as principais estruturas envolvidas com o processo de transporte através da membrana plasmática;

---

[23] As imagens foram adaptadas de: Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2010). Biologia Molecular da Célula (5ª ed.). Porto Alegre: Artmed.

- Membrana plasmática (bicamada lipídica)
- Canal iônico (proteína canal)
- Permease (proteína carreadora)

Pinte e recorte.

1.3 Identifique as substâncias que devem ser transportadas para dentro ou para fora da célula:

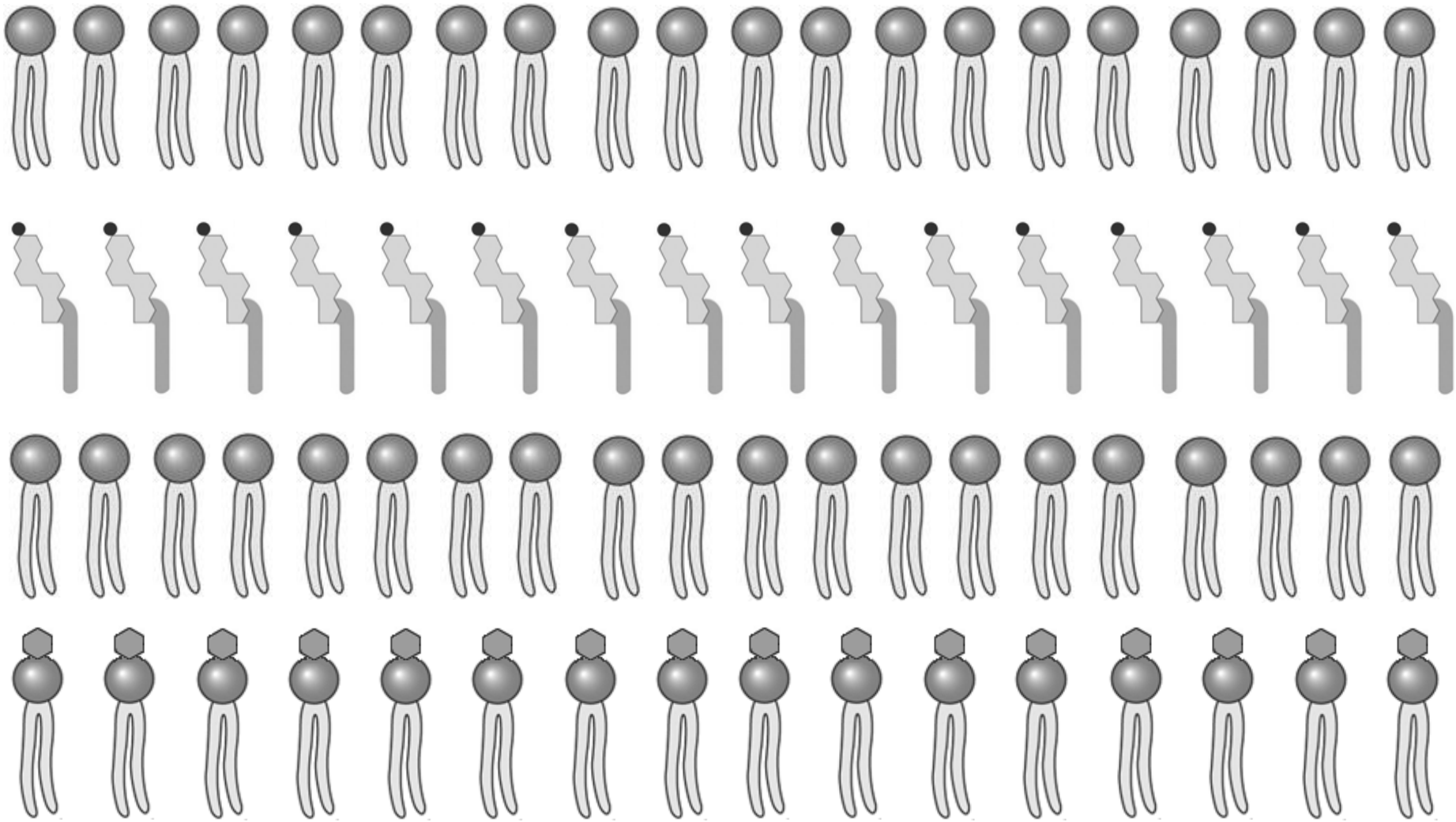
- Água
- Íons positivos (Na^+, K^+, Ca^{++}) e íons negativos (Cl^-)
- Glicose
- Aminoácido
- Ácido graxo
- Álcool (etanol)

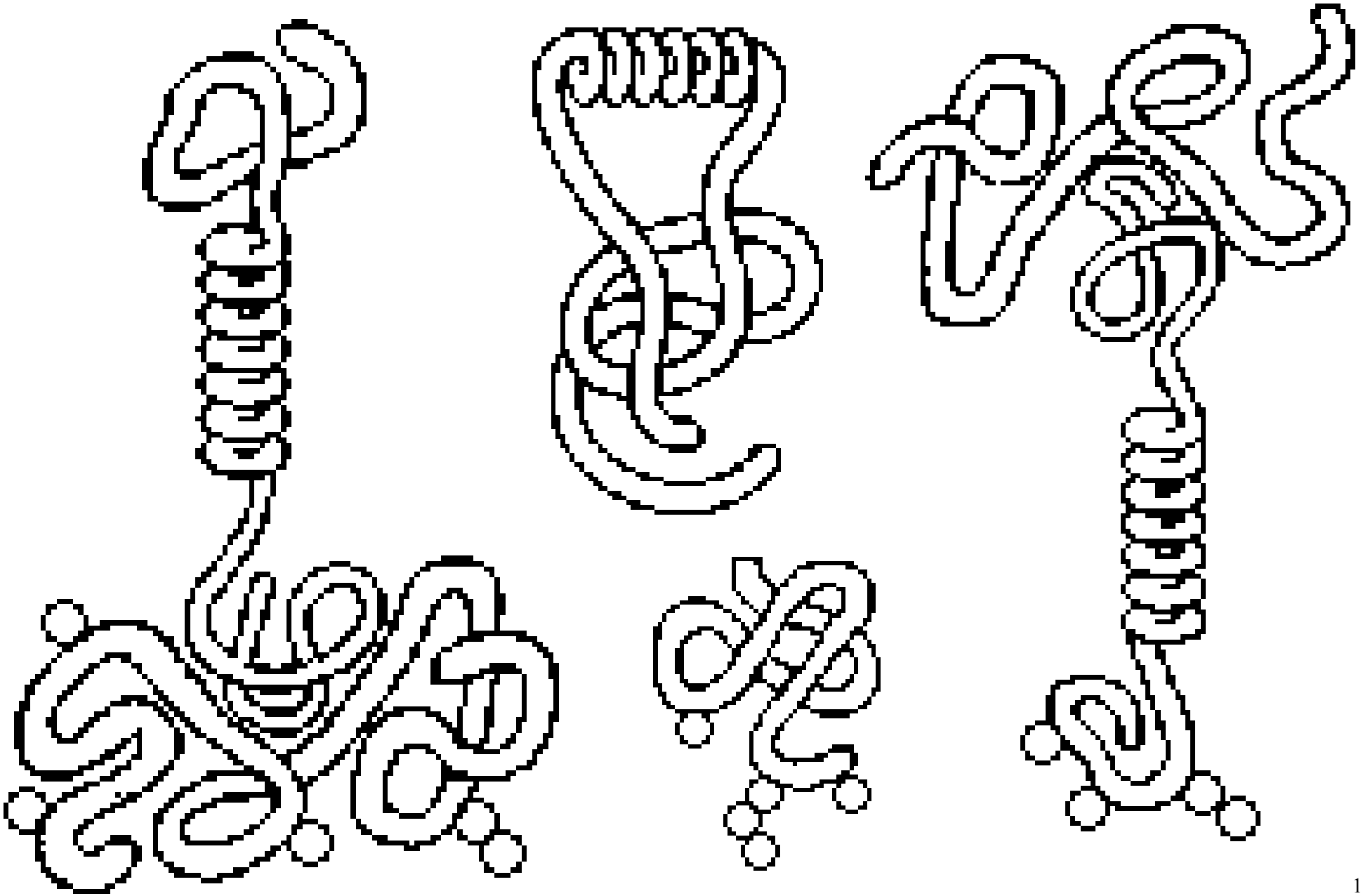
Pinte e recorte cada substância a ser transportada, agrupando-as em categorias;

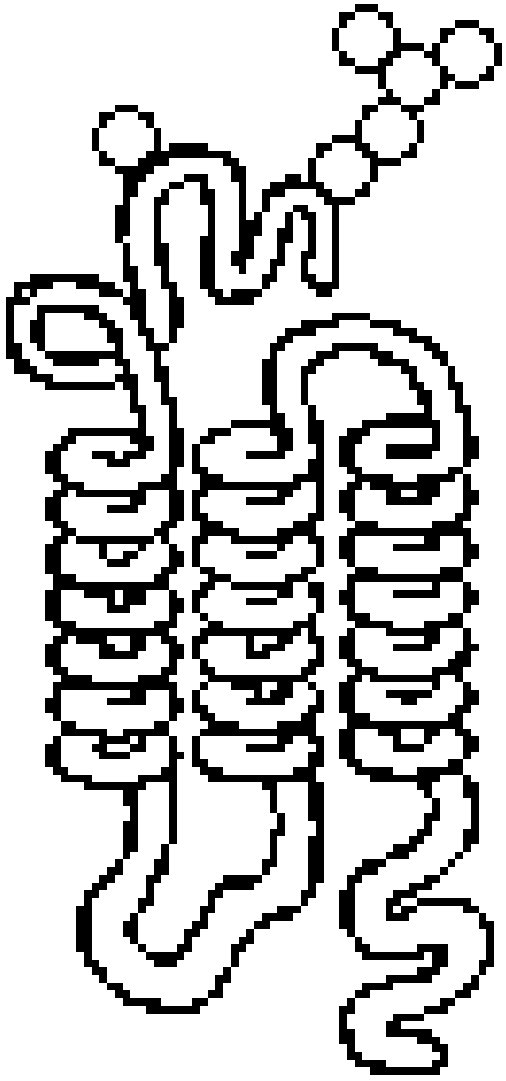
2) Utilizando cartolina ou papel *Kraft*, organize os componentes que formarão a membrana plasmática, as estruturas responsáveis pelo transporte e as substâncias a serem transportadas, de acordo com seu respectivo transportador e seu mecanismo de transporte. Cole as estruturas. Você pode usar flechas, linhas pontilhadas ou outros recursos para tentar conferir a ideia de movimento;
3) Evidencie o gradiente de concentração de cada substância transportada e, utilizando setas, indique o sentido do transporte (para dentro ou para fora da célula);
4) Identifique cada componente (você pode usar indicações ou legendas, por exemplo).
5) Represente a água e indique os lados intra e extracelular no cartaz.
6) Identifique o curso, a turma, o ano e os integrantes do grupo.

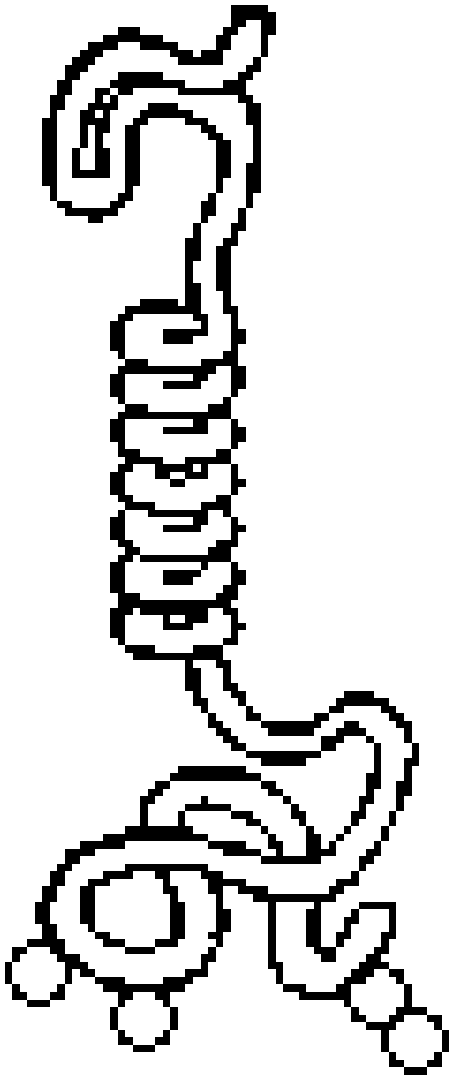
Durante a atividade, pesquise e discuta com seus colegas:

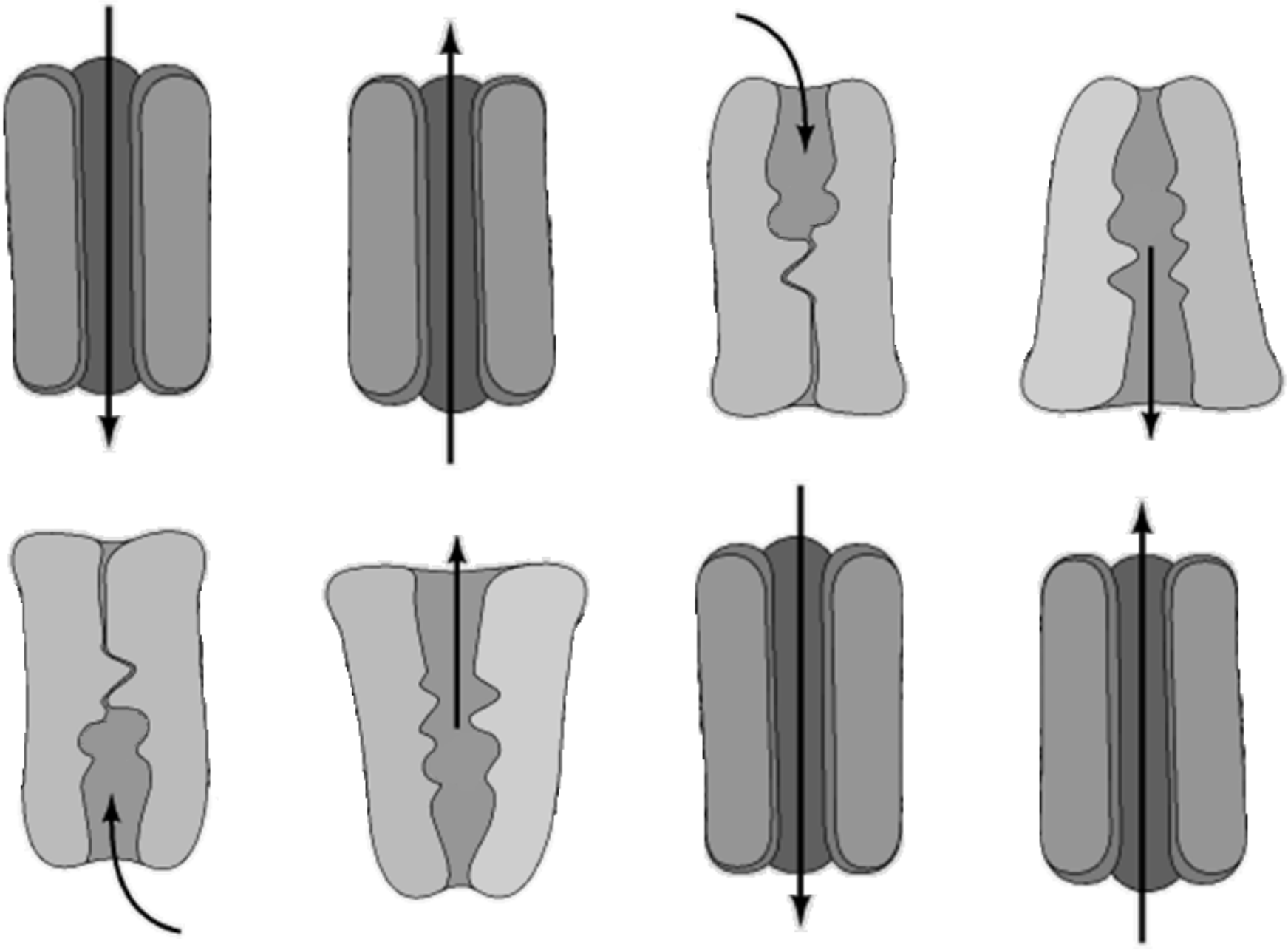
- A importância do transporte através da membrana plasmática;
- O conceito de permeabilidade seletiva;
- O conceito de Transporte Passivo e Transporte Ativo;
- As principais características do processo de transporte por Osmose. Pesquise exemplos cotidianos desse tipo de transporte;
- As principais características do processo de transporte por Difusão simples e Difusão facilitada. Pesquise exemplos desses tipos de transporte,
- As principais características do processo de Transporte Ativo. Pesquise exemplos desses tipos de transporte.

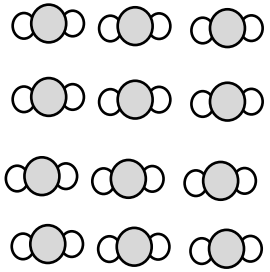
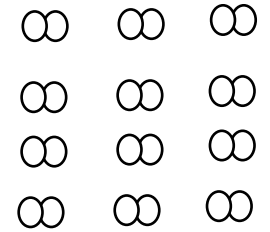
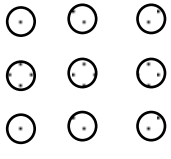
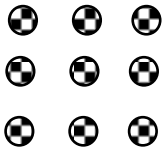
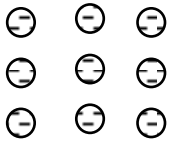
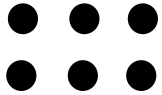
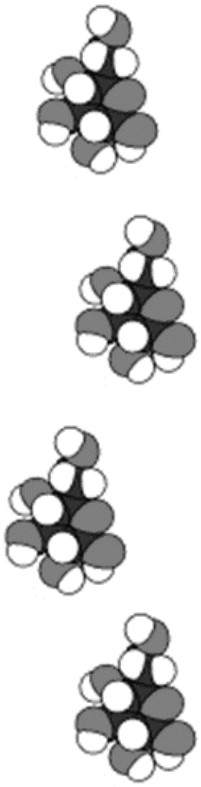
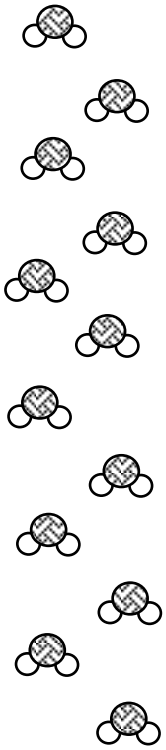










GASES	ÍONS	ÁCIDOS GRAXOS	GLICOSE	AMINOÁCIDO	ETANOL	ÁGUA (H_2O)
 Gás carbônico (CO_2)  Oxigênio (O_2)	 Na^+  K^+  Cl^-  Ca^{++}					

Apêndice V - Aula Membrana plasmática - Aprendizagem cooperativa (Aventura RPG)

Aventura – "Origens"

Cenário: Em algum lugar, cerca de 3 bilhões de anos atrás.
Personagens: Componentes da membrana plasmática (lipídios, proteínas e glicídios) e água.
Tempo estimado de duração: 50 minutos (procurar organizar aventuras curtas, permitindo *feedback* ao final da aula).

Em algum lugar do passado, há cerca de 3 bilhões de anos.

Vocês vivem em um mundo totalmente aquoso. Tudo ao seu redor é água. É um ambiente selvagem e inóspito, mas, sem dúvida, muito mais agradável se comparado às condições anteriores. Os "habitantes" desse mundo vivem isolados e desconfiados. Algumas tentativas de interações entre os habitantes acontecem, mas sempre casuais e confusas, instáveis, temporárias e nem sempre bem sucedidas. Todos vivem em função de seu comportamento na água, pois praticamente tudo acontece em meio aquoso. Muitos gostam do contato com a água (chamados habitantes *hidrofílicos*), enquanto alguns a odeiam totalmente (habitantes *hidrofóbicos*). Entretanto, a maioria fica dividida: gostam da presença da água em alguns aspectos e a odeiam em outros (aqueles que apresentam esse duplo comportamento são chamados de habitantes *anfipáticos*).

(Possibilidade de explorar os significados das palavras: HIDROFÍLICO, HIDROFÓBICO e ANFIPÁTICO e de que os habitantes são, na verdade, moléculas presentes no "caldo primordial", e o que se pretende é formar a primeira célula)

Cada habitante possui características e habilidades individuais interessantes e, no fundo, vocês sentem que é possível construir estruturas mais complexas ou algo que possa melhorar as condições de sobrevivência nesse meio. Um mundo de oportunidades evolutivas se apresenta na imensidão desse ambiente azul, mas é praticamente impossível explorá-lo de maneira isolada e desorganizada. Sozinhos, vocês são frágeis e limitados.

Insatisfeitos com as condições atuais de sobrevivência e com as limitações que o isolamento acarreta, vocês, um grupo de habitantes com características bastante peculiares, decidem mudar a situação com uma medida bastante ousada: buscar a associação e fundar uma espécie de cidadela, uma fortaleza submersa. Primeiramente, contudo, é necessário reunir e conhecer melhor os membros dessa equipe.

(Fase inicial de identificação e reconhecimento dos personagens pelos jogadores. Pode-se agrupar os personagens em categorias. Os personagens representam os componentes principais da membrana plasmática: lipídios [fosfolipídios, glicolipídios e colesterol] e proteínas. Os glicídios fazem parte da estrutura dos glicolipídios e das glicoproteínas. A ficha de cada personagem traz um desenho esquemático da sua molécula. ***Os jogadores devem analisar seus personagens e perceber como cada um se comporta na presença da água****. É importante mostrar a molécula da água e seu comportamento como dipolo. Os próprios jogadores podem identificar as regiões*

hidrofóbicas e hidrofílicas em suas moléculas. Notar que algumas regiões podem estar encobertas dentro dos dobramentos da própria molécula, no caso das proteínas).

A partir do momento em que todos estiverem reunidos e organizados, o grupo planeja ser capaz inclusive de produzir praticamente todas as macromoléculas necessárias para o funcionamento da cidadela, desde que íons e moléculas que possam servir de matéria prima estejam disponíveis e consigam ser internalizadas.

(Aqui é possível discutir quais são as macromoléculas - proteínas, açúcares, lipídios, ácidos nucléicos, as moléculas - aminoácidos, monossacarídeos, ácidos graxos e nucleotídeos, bem como quais são os íons necessários - Na^+, K^+, Cl^-, Ca^{++} - por exemplo).

Muitos desses elementos precisarão ser importados do meio externo. É possível que, no futuro, seja desenvolvido um sistema de intercâmbio entre outras cidadelas que venham a se constituir, que poderão colaborar enviando mantimentos e provisões importantes. Em contrapartida, vocês também poderão enviar produtos que as cidadelas vizinhas não conseguem produzir.

Contudo, poderão existir riscos. Vocês temem serem alvos de tentativas de invasão, destruição, ataques e outras perturbações do meio externo.

Confiantes e animados com as possibilidades, mas bastante temerosos pelos perigos e desafios externos, vocês decidem dar o primeiro passo para a construção da fortaleza. Levando em consideração as ameaças externas, o que vocês precisam fazer?

*(O mestre deve questionar sobre qual seria a primeira providência a ser pensada, considerando as possíveis ameaças do meio externo. O mestre pode conduzir os jogadores a pensarem na necessidade de estabelecer os limites da fortaleza (**1º passo: estabelecer os limites**). Os jogadores devem perceber, em um primeiro momento, a necessidade e a importância de estabelecer limites e de separar os meios interno e externo, com a construção de uma estrutura que realize tal função).*

Quando vocês começaram a pensar em fundar a cidadela, logo se percebeu que seria necessário isolá-la do meio que o circunda. Para que fosse possível organizar e manter a fortaleza individualizada, a única solução encontrada foi estabelecer claramente os limites de seu território. Muito se discutiu sobre a execução do projeto. Vocês se destacam na multidão pela coerência de suas ideias, convencendo a todos sobre as características que a barreira deveria possuir. Que características são essas?

*(O mestre deve orientar os jogadores a pensarem nas **características da barreira**, correlacionando com as informações fornecidas anteriormente, como a necessidade de defesa, a necessidade de trocas entre os meios interno e externo, reconhecer quem é estranho e quem é "amigo", etc. O mestre pode sugerir que os jogadores **BATIZEM A BARREIRA COM ALGUM NOME**, que deve ser utilizado a partir de então).*

O grupo define que essa estrutura deve possuir as seguintes características:

(O mestre pode auxiliar o grupo a chegar a alguma característica, caso não seja citada em um primeiro momento).

- Extremamente delgada – para facilitar o transporte e demandar menos energia.
- Semipermeável (permeabilidade seletiva) – para não isolar completamente o reino e para selecionar a passagem de substâncias.

- Fluida – para permitir suas funções e a movimentação de componentes no plano da membrana (quanto maior a fluidez, maior a atividade na membrana).
- Assimétrica – os dois lados não devem ser iguais, pois existem funções diferenciadas no lado externo e no lado interno do “reino”, como o reconhecimento, por exemplo.

A ideia de que a barreira não poderia isolar completamente a cidadela é aceita por todos, pois o fluxo de transporte de mantimentos e de produtos para outras cidadelas, a passagem de informações e a eliminação do lixo precisam ser garantidos. Contudo, a estrutura também deve proteger a fortaleza e sua população. A discussão acaba desencadeando a proposição das funções que poderiam ser atribuídas à membrana. Assim, antes de iniciar a construção da membrana propriamente dita, vocês discutem as prováveis funções que ela deve desempenhar. Quais são as principais funções que a estrutura deve desempenhar?

*(O mestre deve induzir os jogadores a pensarem nas **funções da membrana**, de acordo com as informações discutidas até agora. As funções também podem ser discutidas anteriormente).*

As principais funções da membrana são definidas pelo grupo:

(O mestre pode auxiliar o grupo a chegar a alguma função, caso não seja citada em um primeiro momento).

- Barreira seletiva, separando os meios interno e externo;
- Proteção contra a entrada de substâncias estranhas ou nocivas;
- Transporte de substâncias para dentro ou para fora;
- Adesão,
- Reconhecimento.

As ideias estão cada vez mais maduras. Os demais habitantes estão ansiosos e aguardam seus próximos comandos. É necessário planejar a composição e a organização estrutural desse envoltório.

É importante, primeiramente, selecionar os habitantes capazes de contribuir efetivamente com a organização estrutural da membrana, garantindo que suas características funcionais sejam mantidas. Vocês logo se oferecem para fazer parte do envoltório.

Finalmente, a lista de voluntários é divulgada (*observar as características nas fichas de personagens*):

- Fosfolipídios - tem um duplo comportamento (anfipático). Uma de suas caudas de ácido graxo pode ser flexionada.
- Colesterol - tem um duplo comportamento (anfipático). Pequeno e rígido.
- Glicolipídios - tem um duplo comportamento (anfipático). Possuem antenas hidrofílicas que funcionam como regiões que podem ser reconhecidas de maneira específica.
- Proteínas anfipáticas periféricas - embora possuam porções hidrofílicas e hidrofóbicas, suas partes hidrofóbicas ficam escondidas, deixando à mostra apenas o lado hidrofílico. Destinadas ao lado interno ou externo da membrana. Podem se ligar com “cabos de aço” (citoesqueleto) e estruturas internas do reino ou do meio externo, aumentando a resistência do reino e da própria membrana.
- Proteínas anfipáticas integrais - possuem porções hidrofílicas e hidrofóbicas, expostas alternadamente. São grandes e se colocam entre os lipídios. Podem desempenhar

funções de transporte de substâncias, de receptores e transdutores de sinais e de catalizadores de reações, por exemplo. Algumas são glicoproteínas.

(Analisar o desenho esquemático da molécula e a identificar algumas características importantes para a membrana. Importante perceber que, embora não faça parte da estrutura da membrana, a água tem um papel fundamental para sua organização).

Com a equipe selecionada (composição química), o próximo passo talvez seja um dos mais importantes: **ORGANIZAR** a estrutura da "membrana". Talvez a ideia dê certo. O que fazer?

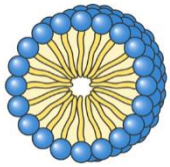
*(**Organização estrutural**. Aqui o mestre pode deixar os jogadores livres para buscar uma organização energeticamente favorável. Lembrar que todos estão em um ambiente aquoso. É possível que o mestre introduza os componentes por partes: primeiramente os lipídios, depois as proteínas e, finalmente, os glicolipídios e glicoproteínas e sua face de localização. Caso o grupo não consiga fazer proposições, o mestre pode orientar os jogadores, ou propor formas de organização que não são energeticamente favoráveis. Tais proposições podem, inclusive, contar um pouco da história dos primeiros modelos propostos para a membrana plasmática).*

(As proposições a seguir não seguem, necessariamente, uma ordem. O mestre pode sugerir modelos ou trabalhar a partir das propostas dos jogadores. Pode ser que os jogadores já sugiram a bicamada pelo fato de terem estudado antes. Seguem exemplos de proposições que podem ser feitas aos lipídios).

1ª tentativa:

Seria possível a formação de uma membrana apenas com a participação de **LIPÍDIOS** com uma cadeia de ácido graxo?

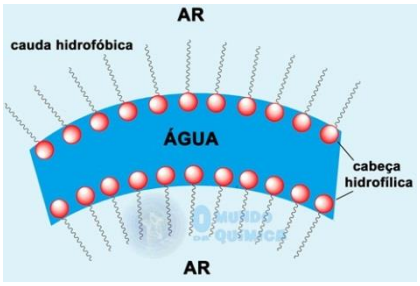
(Os jogadores podem discutir a formação de micelas. Tal organização não é possível pelo conteúdo do citoplasma e pelo ambiente aquoso).



2ª tentativa:

Colonizar o ambiente terrestre. Seria possível a construção da cidadela em um ambiente sem água, e que a membrana se organize como uma bolha de sabão, com ar em seu interior e também no meio externo?

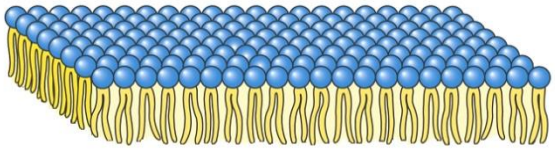
(Os jogadores podem discutir as consequências e como seria a organização. É possível desafiar os jogadores sobre a organização do detergente, que possui estrutura semelhante aos lipídios, na bolha de sabão. Tal organização não é possível pois os meios interno e externo são aquosos).



3ª tentativa:

Seria possível a formação de uma camada simples de lipídios (monocamada)?

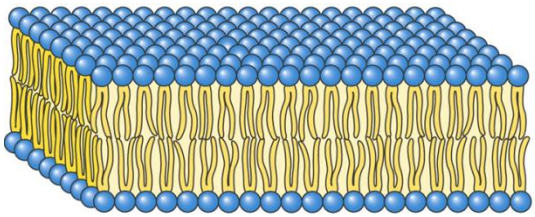
(Os jogadores podem discutir a formação da monocamada e chegar à conclusão que tal estrutura não é viável em ambientes aquosos pela exposição das cadeias hidrofóbicas).



4ª tentativa:

Todos os lipídios envolvidos e organizados.

(Os jogadores podem discutir a formação da bicamada lipídica com a presença de fosfolipídios, colesterol e glicolipídios. Discutir a importância da água para manter as monocamadas unidas).



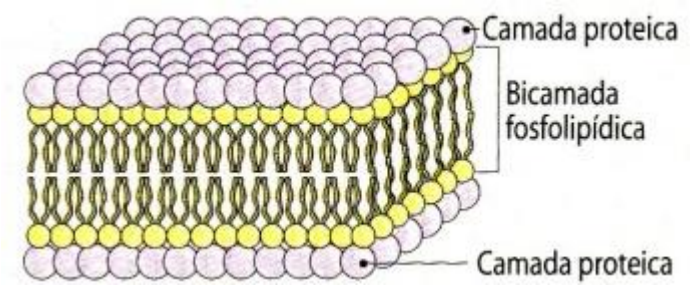
Após a definição da organização dos lipídios, é importante pensar em como as PROTEÍNAS devem se inserir nessa bicamada lipídica:

(Seguem exemplos de proposições que podem ser feitas às proteínas).

1ª tentativa:

Proteínas hidrofílicas sobre os lipídios, em ambos os lados da membrana, formando uma camada uniforme.

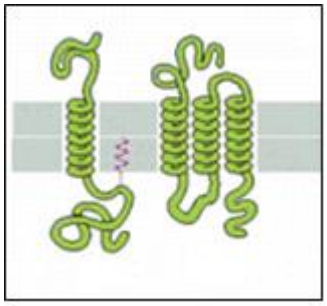
(Os jogadores podem discutir porque tal organização não é possível, não permitindo a comunicação entre os meios e diminuindo a fluidez da membrana, por exemplo).



2ª tentativa:

Proteínas anfipáticas, maiores, passando a constituir proteínas integrais, atravessando parcial ou totalmente a bicamada (uma ou mais vezes: unipasso ou multipasso). As associações são fortes e as possibilidades de atuação são bem diversificadas.

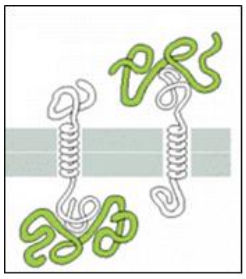
(Os jogadores podem discutir o modo de inserção das proteínas integrais).



3ª tentativa:

Proteínas hidrofílicas se associando por meio de ligações fracas com outras proteínas ou lipídios de membrana, constituindo as proteínas periféricas.

(Os jogadores podem discutir o modo de inserção das proteínas periféricas).



Finalmente, é necessário discutir o posicionamento dos AÇÚCARES (inseridos nos lipídios e proteínas).

(Seguem exemplos de proposições que podem ser feitas às glicoproteínas e glicolipídios)

1ª tentativa:

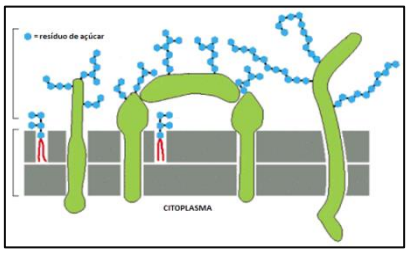
Glicolipídios e glicoproteínas, que contêm açúcares hidrofílicos em suas moléculas, decidem inicialmente se posicionar no lado interno da membrana.

(Os jogadores podem discutir que não serão uteis na face interna, dado sua especialidade em reconhecimento e proteção).

2ª tentativa:

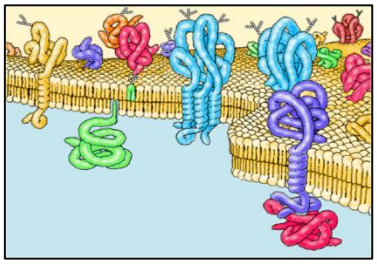
Glicolipídios e glicoproteínas se posicionam na face externa da membrana. A essa camada glicídica deu-se o nome de glicocálice.

(Os jogadores podem discutir as funções do glicocálice e pensar em exemplos de reconhecimento).



A estrutura básica da membrana é criada e vocês contemplam orgulhosos a complexidade e a funcionalidade do projeto. Um grandioso complexo glicolipoprotéico, lembrando muito a estrutura de um mosaico, onde os lipídios se organizam na forma de uma bicamada, as proteínas se associam com os lipídios e com outras proteínas e os açúcares revestem externamente a membrana conferindo uma camada de proteção adicional. Graças à fluidez da membrana, lipídios e proteínas podem se deslocar lateralmente no plano da membrana, girar em torno de si mesmos ou, mais raramente, os lipídios podem ser transferidos de uma camada para outra. A estrutura se mostra bastante eficiente, apesar da espessura bastante reduzida e da fluidez.

(O mestre pode projetar ou distribuir imagens para ilustrar o modelo do mosaico-fluido).



Internamente, é uma cidadela bastante próspera e com grande potencial de desenvolvimento. Os moradores percebem que também seria interessante delimitar compartimentos funcionais especializados no interior da cidadela, para aumentar a eficiência do conjunto e otimizar alguns procedimentos. Vocês resolvem utilizar a estrutura da membrana dentro da cidadela (célula), na tentativa de aumentar a eficiência de alguns processos.

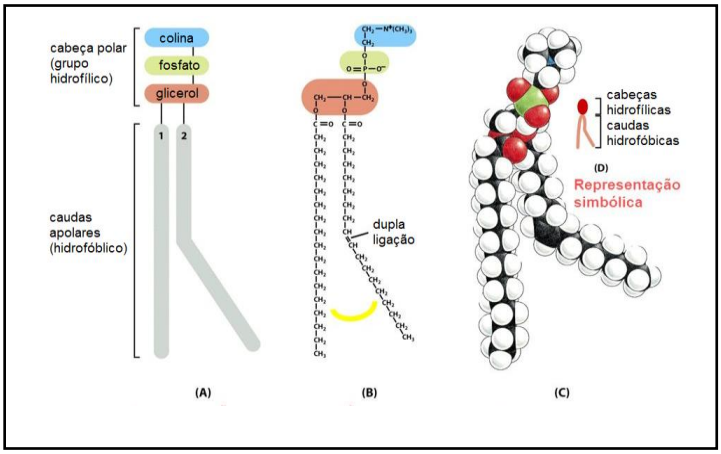
(De que estamos falando? Será a mesma estrutura? Quais as diferenças? Discutir o revestimento semelhante das organelas. O mestre pode discutir a organização de organelas e o processo de compartimentalização).

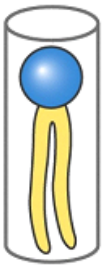
O aumento constante do grau de organização interna e o aumento da eficiência em suas atividades têm permitido o crescimento rápido da cidadela. Apesar de seus processos complexos, os habitantes conseguem viver harmoniosamente. O modelo de organização tem servido de exemplo para outras cidadelas, que crescem e se adaptam seguindo seu exemplo.

A estrutura, que acabou sendo rebatizada de “MODELO DO MOSAICO FLUIDO”, ainda deve passar por algumas reformas para que possa acompanhar a evolução do reino, mas provou ser uma estrutura bastante confiável, aliando resistência com flexibilidade, segurança com permeabilidade.

Além disso, o processo de incorporação de substâncias se mostra mais complexo do que vocês imaginaram inicialmente. É melhor estarem todos preparados.

Jogador:
Personagem: Fosfolipídio
Categoria: Lipídio de membrana





Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Quantidade na membrana	8	+	=	
Anfipatia	8	+	=	
Flexão de cauda (insaturação)	8	+	=	
Açúcares associados	0	+	=	
Capacidade de associação	8	+	=	

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Quantidade: Os fosfolipídios são os lipídios mais numerosos na membrana plasmática.

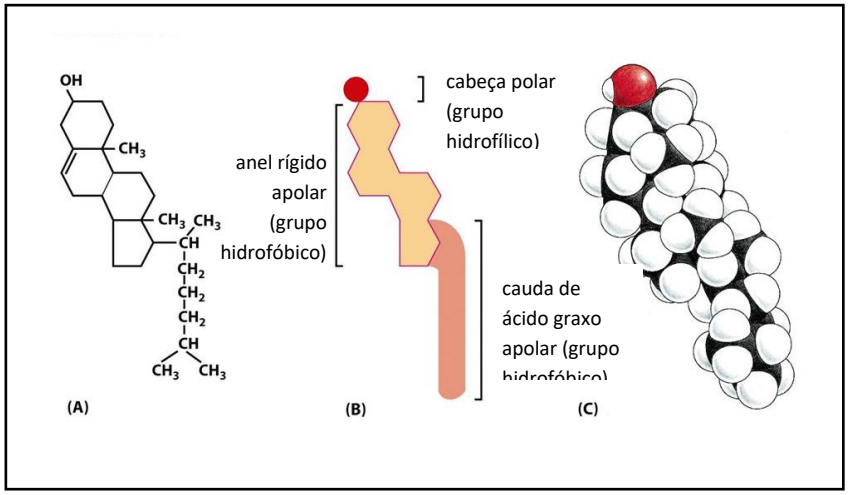
Anfipatia: Moléculas anfipáticas possuem duplo comportamento: regiões polares e apolares na mesma molécula.

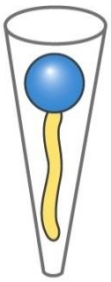
Flexão de cauda (insaturação): O movimento de flexão de cauda é causado por insaturações (duplas ligações) na cadeia de ácido graxo e interfere na fluidez da membrana.

Açúcares associados: Os fosfolipídios não possuem açúcares em sua molécula.

Capacidade de associação: A capacidade de associação com outros lipídios e com a água está relacionada com sua natureza anfipática.

Jogador:
Personagem: Colesterol
Categoria: Lipídio de membrana





Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Quantidade na membrana	8	+		=
Anfipatia	8	+		=
Flexão de cauda	0	+		=
Açúcares associados	0	+		=
Capacidade de associação	8	+		=

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Quantidade na membrana: Comparado com os fosfolipídios, o colesterol é menos abundante na membrana plasmática. A quantidade de colesterol interfere na fluidez da membrana.

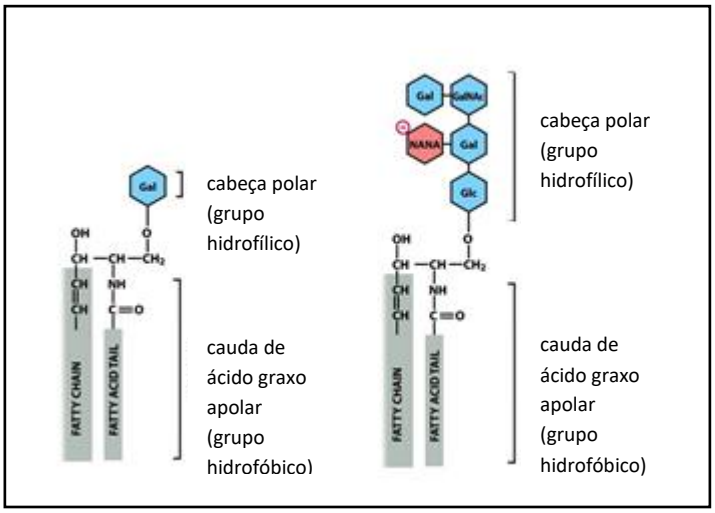
Anfipatia: Moléculas anfipáticas possuem duplo comportamento: regiões polares e apolares na mesma molécula.

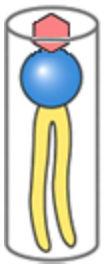
Flexão de cauda: Colesterol é uma molécula saturada, plana e rígida (sem flexão de cauda), o que interfere na fluidez da membrana.

Açúcares associados: O colesterol não possui açúcares em sua molécula.

Capacidade de associação: A capacidade de associação com outros lipídios e com a água está relacionada com sua natureza anfipática.

Jogador:
Personagem: Glicolipídio
Categoria: Lipídio de membrana





Habilidade	Pontos*		
	base	modificador	Total
Quantidade na membrana	8	+	=
Anfipatia	8	+	=
Flexão de cauda	8	+	=
Açúcares associados	8	+	=
Capacidade de associação	8	+	=

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Quantidade na membrana: Os glicolipídios são encontrados em quantidade moderada na membrana plasmática.

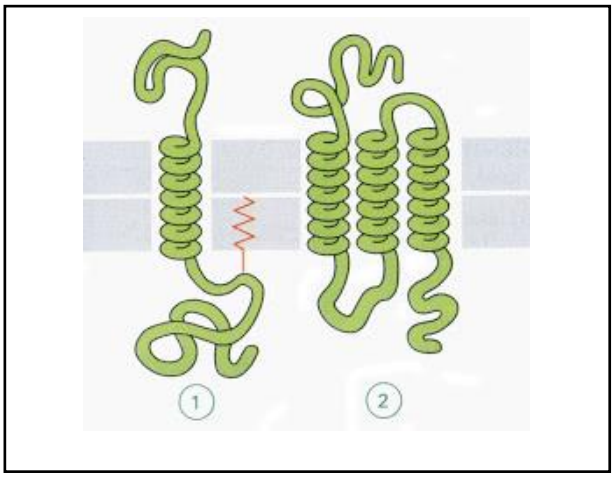
Anfipatia: Moléculas anfipáticas possuem duplo comportamento: regiões polares e apolares na mesma molécula.

Flexão de cauda: O movimento de flexão de cauda é causado por insaturações na cadeia de ácido graxo e interfere na fluidez da membrana.

Açúcares associados: Os glicolipídios possuem açúcares em sua molécula (monossacarídeos ou oligossacarídeos), relacionados com o reconhecimento celular. Os açúcares marcam a “identidade” da célula, e podem ser importantes em processos de reconhecimento celular.

Capacidade de associação: A capacidade de associação com outros lipídios e com a água está relacionada com sua natureza anfipática.

Jogador:
Personagem: Proteína integral
Categoria: Proteína de membrana



Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Quantidade na membrana	8	+	=	
Anfipatia	8	+	=	
Massa molecular e complexidade	8	+	=	
Açúcares associados	8	+	=	
Capacidade de associação	8	+	=	

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Quantidade na membrana: Cerca de 70% das proteínas de membrana são proteínas integrais.

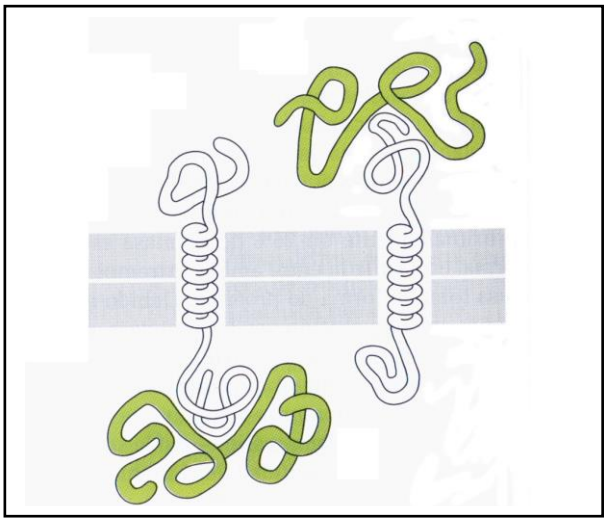
Anfipatia: Moléculas anfipáticas possuem duplo comportamento: regiões polares e apolares na mesma molécula. Proteínas integrais apresentam alternância entre regiões hidrofílicas e hidrofóbicas em sua molécula.

Massa molecular e complexidade: As proteínas integrais possuem grande massa molecular e complexidade.

Açúcares associados: A maioria das proteínas integrais são glicoproteínas. Os açúcares marcam a “identidade” da célula, e podem ser importantes em processos de reconhecimento celular.

Capacidade de associação: A capacidade de associação com lipídios e com a água está relacionada com sua natureza anfipática.

Jogador:
Personagem: Proteína periférica
Categoria: Proteína de membrana



Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Quantidade na membrana	8	+	=	
Anfipatia	8	+	=	
Massa molecular e complexidade	8	+	=	
Açúcares associados	8	+	=	
Capacidade de associação	8	+	=	

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Quantidade na membrana: Cerca de 30% das proteínas de membrana são periféricas.

Anfipatia: Moléculas anfipáticas possuem duplo comportamento: regiões polares e apolares na mesma molécula. Proteínas periféricas apresentam alternância entre regiões hidrofílicas e hidrofóbicas em sua molécula, mas apenas as porções hidrofílicas são expostas.

Massa molecular e complexidade: As proteínas periféricas possuem menor massa molecular e complexidade.

Açúcares associados: As proteínas periféricas podem ser glicoproteínas. Os açúcares marcam a “identidade” da célula, e podem ser importantes em processos de reconhecimento celular.

Capacidade de associação: As proteínas periféricas podem se associar com proteínas e lipídios na membrana.

Apêndice VI - Aula Transporte através da membrana plasmática - Aprendizagem cooperativa (Aventura RPG)

Aventura: Wolverine em apuros[24]
Tema: Transporte através da membrana
Cenário: Mansão X, Base de Operações local de treinamento dos X-Men, Nova York.
Personagens: Álcool, Gás oxigênio, Bebida isotônica, Garrafa de água, Glicose, *Allegra*®, *Polaramine*®, Soro caseiro.
Tempo estimado de duração: 50 minutos (procurar organizar aventuras curtas, permitindo *feedback* ao final da aula)

Os *X-Men* são uma equipe de super-heróis mutantes formada por humanos que nasceram com habilidades bastante peculiares, resultado de mutações decorrentes de um repentino salto evolucionário.

Ciclope (Scott Summers) tem o poder de disparar rajadas ópticas e precisa usar óculos feitos de quartzo-rubi para impedir que os raios sejam disparados aleatoriamente. Tempestade (Ororo Monroe) tem o poder de controlar as forças da natureza. Noturno (Kurt Wagner) nasceu com cauda, orelhas pontudas, mãos com três dedos e pés com dois dedos e tem o poder de se teletransportar. Charles Francis Xavier, também conhecido como Professor X, possui o poder de telepatia e é mentor e fundador dos *X-Men*.

Mas um dos mutantes mais poderosos dos X-Men é Wolverine (Logan). O passado de Wolverine sempre foi coberto de mistério, mas sabe-se que foi cobaia em uma experiência governamental (Programa Arma X) que pretendia criar máquinas de guerra perfeitas. Pouco se conhece sobre sua vida anterior, pois teve memórias falsas implantadas pelos militares.

Durante o programa do governo, do qual Logan participou com o codinome Wolverine, o metal mais resistente da Terra, *adamantium,* foi inserido em seu esqueleto. Logan atuou com o grupo canadense até ser convocado pelo Professor X, juntamente com um grupo de mutantes novatos.

Wolverine é um mutante com fator de regeneração e, graças ao seu fator de cura, conseguiu sobreviver aos experimentos. O resultado foi que todo o seu esqueleto foi revestido com o metal experimental. Além disso, possui garras ósseas retráteis saindo de cada punho.

Apesar de ser um super-herói, a regeneração de Wolverine é biológica, e não mágica.

Embora seu esqueleto seja de *adamantium* e seu corpo apresente uma capacidade incrível de regeneração, seu organismo está sob o controle das leis da biologia. Wolverine precisa respirar, comer, beber e se hidratar, descansar, ir ao banheiro, e assim por diante. Como

[24] Wolverine (Logan), Ciclope (Scott Summers), (Ororo Monroe), Noturno (Kurt Wagner), Charles Francis Xavier (Professor X), Vampira, Programa Arma X, Dentes-de-Sabre, Mística, Duende, Avalanche, Arcanjo, Apocalipse, Destrutor, Magneto, *adamantium*, Mansão X e os X-men pertencem à The Walt Disney Company®, proprietária da marca Marvel®.

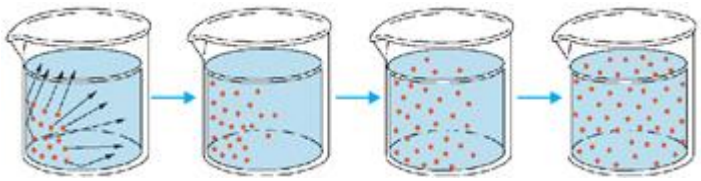
todo ser humano, seu corpo formado por células que precisam de energia e oxigênio, e seus órgãos e sistemas são iguais aos de qualquer pessoa.

(Fase inicial de identificação e reconhecimento dos personagens pelos jogadores. Aqui o mestre pode sugerir que os jogadores observem seus personagens e analisem as características de cada um. De certa maneira, os personagens são ELEMENTOS QUE PERTENCEM AO COTIDIANO de um ser humano, e também de Wolverine).

Enquanto lutam pelo sonho de "convivência pacífica entre humanos e mutantes", os *X-Men* enfrentam também vilões de todos os lugares do universo: Dentes-de-Sabre, Mística, Duende, Avalanche, Arcanjo, Apocalipse, entre muitos outros que se revezam nas malfeitorias pelo mundo afora. Liderados por Magneto, os vilões têm dado bastante trabalho aos *X-Men*.

Talvez por esse motivo Wolverine esteja se sentindo tão cansado ultimamente. Tem sido frequente passar dias seguidos em plena atividade, envolvido em intensos combates. Há meses não tira um domingo de folga para relaxar.

Já é tarde da noite e Wolverine ainda está acordado. Brinca de furar seu dedo, deixar algumas gotas de sangue cair em um copo com água e observar a difusão do sangue pelo líquido, enquanto o furo rapidamente cicatriza.



(Explicar o conceito de DIFUSÃO, onde o soluto tende a se difundir do meio de maior concentração para o de menor concentração, buscando o equilíbrio)

Desde que chegou da última batalha, tenta relaxar e esquecer seus problemas na bebida, cerveja atrás de cerveja.

Objetivo *– Deixar Wolverine bêbado (ou fazer Wolverine relaxar) (O que fazer? Quem vai entrar em ação?) (como o álcool penetra nas células?)*

Personagens envolvidos: Álcool (Etanol)

(Aqui, a ideia é mostrar que a molécula de etanol é capaz de atravessar a membrana com facilidade, devido ao seu tamanho. Abordar o conceito de difusão simples, a questão do tamanho das moléculas e a carga elétrica e a passagem através da membrana, discutindo o conceito de gradiente de concentração. Abordar os riscos do álcool, considerando sua facilidade em atravessar membranas

biológicas). Pedir que os estudantes representem um modelo no EVA, de forma que o álcool entre na célula.

Wolverine fica levemente embriagado e sente que seu corpo começa a ficar entorpecido. De repente, Vampira entra ofegante em seu quarto e avisa que Dentes-de-Sabre, arqui-inimigo de Wolverine, e um grupo de mutantes foram vistos em Nova York. Uma equipe de mutantes já está no local combatendo os inimigos. Vampira pergunta se ele tem condições de participar. Wolverine não é exatamente a pessoa que escolhe ficar fora de uma missão, ainda mais quando seu "amigo preferido" oferece uma oportunidade para um "encontro". Cambaleante, Wolverine se levanta e veste o uniforme.

Chegando ao local, Wolverine vai logo avisando que Dentes-de-Sabre é seu, e parte em direção ao inimigo.

A batalha é feroz. Dentes-de-Sabre sempre foi um adversário difícil, já que possui os mesmos poderes que Wolverine: agilidade sobre-humana, capacidade de regeneração (embora seja mais lenta que Wolverine) e sentidos aguçados (visão, olfato e audição). Também possui força grandemente ampliada em relação aos seres humanos comuns.

Wolverine está ofegante. Seus músculos parecem não mais obedecer aos comandos do cérebro. Sente que pode perder essa batalha a qualquer momento. De alguma maneira, precisa retirar oxigênio do ar dos pulmões e mandar para as hemácias, para que o oxigênio possa ser distribuído para as células do corpo e, assim, aumentar a produção de energia.

***Objetivo** – Promover as trocas gasosas (a entrada de oxigênio e a saída de gás carbônico) das hemácias, promovendo a respiração celular de Wolverine.*

Personagens envolvidos: Oxigênio

(Aqui o mestre deve mostrar que os gases são capazes de atravessar a membrana com facilidade. Abordar o conceito de DIFUSÃO SIMPLES, a questão do tamanho das moléculas e da carga elétrica e a passagem através da membrana. Explorar o conceito de gradiente de concentração e a montagem do modelo no EVA).

Reunindo todas suas forças, Wolverine consegue reverter a situação e encurralar Dentes-de-Sabre. Sentindo a derrota, Dentes-de-Sabre e seus comparsas conseguem fugir. Os X-Men venceram a luta, mas a batalha está longe de acabar.

Wolverine não se sente bem. Ainda durante o caminho de volta, Wolverine começa a sentir coceiras por todo o corpo. Sua pele está vermelha e começa a tossir e a espirrar repetidamente. Começa a sentir dificuldade para engolir e para respirar.

Aqui os jogadores podem chegar à conclusão de que se trata de uma REAÇÃO ALÉRGICA e sugerir possíveis agentes causadores. Também é possível sugerir possíveis tratamentos.

Na enfermaria da Mansão X, Wolverine conta que enfrentou Dente-de-Sabre, inimigo de longa data. Como já vêm se enfrentando há muito tempo, provavelmente desenvolveu uma espécie de alergia ao inimigo. Dente-de-Sabre usa uma roupa infestada de pelos e que provavelmente não é lavada há anos, o que deve ter causado a reação alérgica e a irritabilidade nas vias respiratórias.

***Objetivo**: Combater a reação alérgica (O que fazer? Quem vocês vão entrar escolher para entrar em ação?). Os jogadores devem escolher entre os dois antialérgicos.*

Personagens: ANTIALÉRGICOS (trechos da bula podem ser fornecidos gradativamente)

1ª fase:

Vocês procuram um antialérgico na caixa de medicamentos e encontram dois frascos. Leem atentamente a seção “Advertências” na bula de cada um e precisam decidir qual utilizar.

Allegra®

Advertências

Estudos realizados com cloridrato de fexofenadina não demonstraram associação do uso do produto com a atenção ao dirigir veículos motorizados ou operar máquinas, alteração no padrão do sono ou outros efeitos no sistema nervoso central.

Polaramine®

Advertências

Este medicamento pode afetar o comportamento de algumas pessoas, tornando-as sonolentas, com tontura e estado de alerta diminuído. Tenha certeza de como você reage a este medicamento antes de realizar atividades que possam ser perigosas se você não estiver alerta, tais como dirigir veículos ou operar máquinas.

O mestre pode deixar alguns instantes para a escolha do medicamento por parte dos jogadores e as possíveis consequências para uma pessoa normal, e para um super-herói.

Questionar sobre os MOTIVOS PELOS QUAIS UM MEDICAMENTO CAUSA SONOLÊNCIA, e o outro não.

Como provavelmente Wolverine será requisitado para uma nova missão em breve, a opção pelo antialérgico que não causa sonolência foi inteligente. Curiosos, procuram compreender os motivos pelos quais o medicamento *Allegra* não causa sonolência, e buscam maiores informações nas características farmacológicas.

Allegra

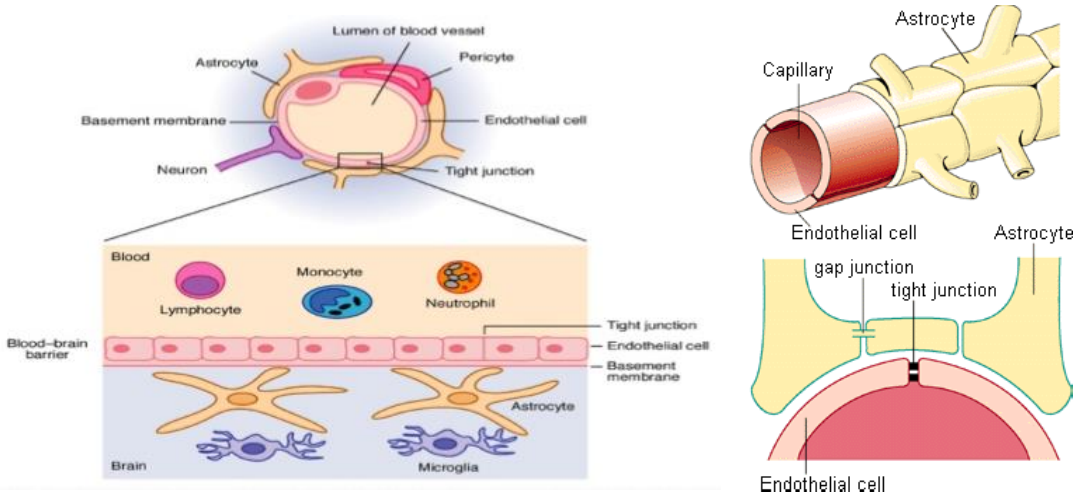
Características farmacológicas

Farmacodinâmica

O cloridrato de fexofenadina é um anti-histamínico com atividade antagonista seletiva dos receptores H1 periféricos. A fexofenadina inibiu o broncospasmo induzido por antígenos em cobaias sensibilizadas e inibiu a liberação da histamina dos mastócitos peritoneais em ratos. Em animais de laboratório, não foram observados efeitos anticolinérgicos ou bloqueio dos receptores alfa1 adrenérgicos. Além disso, não foram observados efeitos sedativos ou outros efeitos no sistema nervoso central. Estudos de distribuição tecidual realizados com a fexofenadina radiomarcada em ratos demostraram que esta não atravessa a barreira hematoencefálica.

Discutir rapidamente a barreira hematoencefálica. Discutir porque o medicamento atravessa, ou não, a barreira hematoencefálica e os consequentes efeitos colaterais.

Possibilidade de discutir novamente a questão do tamanho das moléculas e o transporte através da membrana. Moléculas maiores não conseguem atravessar a barreira hematoencefálica, fato explorado para o desenvolvimento de novos antialérgicos com menores efeitos colaterais.



Sem efeitos colaterais, Wolverine conseguirá trabalhar até mais tarde, novamente.

ou

Wolverine cambaleia pelos corredores da mansão X, lutando descontroladamente contra o sono.

O poder de cura impede que olheiras enegrecidas se formem abaixo de seus olhos, mas nem mesmo o fator de regeneração parece ser suficiente para evitar o cansaço e o mau humor. Mesmo assim, momentos depois, Wolverine e a equipe partem em nova missão.

Vocês retornam tarde da madrugada na Mansão X e, apesar do horário avançado, prof. Xavier está a sua espera. O uniforme amarelo de Wolverine está encharcado de suor. Xavier lança um olhar fulminante e Wolverine sabe que vai levar uma bronca: esqueceu novamente de levar seu isotônico, item importante para esportistas de alto rendimento, super-heróis ou não.

***Objetivo**: Hidratar Wolverine*

Personagens: Isotônico

Discutir os termos isotônico, hipotônico e hipertônico.

Analisar as funções da transpiração. Trabalhar a questão da perda de sais pelo suor. Analisar porque a perda de sais é necessária durante a transpiração, além da perda de água. Pode-se discutir o uso de isotônicos por atletas e como os íons e a glicose atravessam a membrana plasmática (DIFUSÃO FACILITADA, CANAIS IÔNICOS E CARREADORES).

Discutir porque, para atletas, é importante uma bebida isotônica, ao invés das outras, e quais as vantagens. É possível levar rótulos de bebidas isotônicas e analisar a concentração de sais.

Informação nutricional Porção de 200ml (1 copo)		
Quantidade por porção		%VD (*)
Valor energético	45mg	2%
Carboidratos	12mg	4%
Sódio	90mg	4%
Potássio	25mg	**
Cloreto	84mg	**
"Não contém quantidades significativas de proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans e fibras alimentares."		

No interior da mansão, Xavier manda preparar uma salada leve e um filé grosso para Wolverine. Wolverine tempera a salada com bastante sal, vinagre, azeite e pimenta, mas primeiro come o filé, com gosto, demoradamente. Após algum tempo, percebendo que a salada estava murcha e sem o aspecto vistoso inicial, deixa o prato e vai se recolher. Lembra que deve tomar água e bebe um copo com água da torneira antes de ir para seu quarto, ainda tentando entender o que teria acontecido com a salada. Afinal o que aconteceu com a salada?

***Objetivo**: Entender o processo de osmose (explicar o que aconteceu)*

Personagem: Água

Discutir o porquê da salada ter murchado. Trabalhar o conceito de osmose.

Embora não tenha sido recrutado para missões noturnas, Wolverine não teve uma boa noite de sono. Coloca a culpa no bife, alegando que a comida não lhe caiu bem. Sente um leve desconforto intestinal, mas se conforta em saber que, em breve, todos aqueles aminoácidos serão absorvidos e convertidos em proteínas em seus músculos.

Discutir o processo de absorção de aminoácidos no intestino delgado. Trabalhar o conceito de DIFUSÃO FACILITADA.

O desconforto aumenta. Passou a noite no banheiro, com uma forte crise de diarreia.

Investigar quais poderiam ser as causas da diarreia, que pode ter sido causada pela ingestão de água contaminada.

De manhã, Wolverine sente a boca seca e pegajosa, um pouco de sonolência e tontura. Prof. Xavier desconfia que Wolverine possa estar desidratado por ter ingerido água contaminada com protozoários (amebíase).

Aqui o mestre pode investigar quais poderiam ser as causas da desidratação, quais são os tratamentos mais comuns e sobre os possíveis mecanismos de funcionamento do soro caseiro. O mestre pode induzir que a questão da diarreia venha à tona e as possíveis relações com o soro caseiro.

Por dois dias consecutivos, Wolverine não comparece ao trabalho e vocês decidem ir até seu quarto. Batem na porta e demoram em atender. Para surpresa de todos, quem atende é uma velha senhora, sua mãe, que em uma das mãos segura um copo contendo um líquido

esbranquiçado. Preocupados, imediatamente vocês perguntam o que é aquilo. Calmamente e com um ar cheio de razão, a velha senhora explica que é um soro caseiro.

***Objetivo**: Hidratar Wolverine (restaurar o equilíbrio de sais)*

Perguntar quem já ouviu falar sobre o soro caseiro. Verificar as receitas de soro caseiro e seus mecanismos de ação.

Personagem: Soro caseiro

Por curiosidade, Wolverine pesquisa sobre a concentração de alguns íons presentes no interior das células. Os valores encontrados são apresentados na seguinte tabela:

	Intracelular (mM)	**Extracelular (mM)**
Sódio (Na^+)	12	145
Potássio (K^+)	155	5
Cloro (Cl^-)	8	110

Discutir como a célula consegue manter essas diferenças e o processo de TRANSPORTE ATIVO, contra um gradiente de concentração.

Wolverine ainda está se sentindo fraco e cansado. Contudo, hoje terá que trabalhar até mais tarde. Alienígenas estão invadindo Nova York e ele terá que fazer hora extra. Para aguentar a noitada, Wolverine prepara um café com bastante açúcar. Além dos efeitos da cafeína, o açúcar parece ser absorvido rapidamente, e ele começa a se sentir melhor.

Objetivo: *Discutir o processo de absorção de glicose no intestino. Abordar a DIFUSÃO FACILITADA.*

Personagem: Glicose

Wolverine continua com sua rotina de super-heróis, mas, sob o olhar atento de Xavier, tem procurado ingerir líquidos e manter uma alimentação saudável.

Na verdade, o verdadeiro risco para Wolverine é o próprio Wolverine.

Jogador:

Personagem/Categoria: Álcool (Etanol)

Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Quantidade ingerida (ver rodadas)	8	+	=	
Tamanho	8	+	=	
Carga elétrica	8	+	=	
Passagem pela membrana	8	+	=	

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Quantidade ingerida:

- 8-10: Início da embriaguez e estado de euforia, percepção da distância e da velocidade prejudicadas.
- 11-15: Relaxamento cerebral, dando sensação de calma e satisfação, grau de vigilância diminui.
- Acima de 16: Reflexos retardados, incapacidade de concentração e falhas de coordenação, embriaguez.

Dicas:

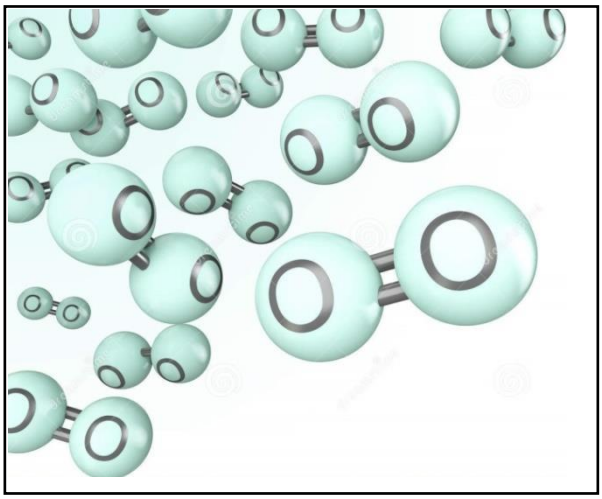
Tamanho: A molécula de etanol é bastante pequena.

Carga elétrica: A molécula de etanol é praticamente apolar.

Passagem pela membrana: Substâncias pequenas e apolares atravessam com facilidade a membrana plasmática.

Jogador:

Personagem: Gás Oxigênio (O_2)



Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Quantidade de transporte / Inspiração	8	+	=	
Tamanho	8	+	=	
Carga elétrica	8	+	=	
Passagem pela membrana	8	+	=	

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Quantidade de transporte/Inspiração: A quantidade de transporte é importante para atingir um limiar suficiente para Wolverine conseguir atingir suas atividades. Quanto maior a quantidade de oxigênio inspirado, melhor o desempenho:

- 8-10: Baixa concentração de oxigênio no sangue, falta de ar, fadiga.
- 11-15: Ventilação adequada.
- Acima de 16: Ventilação ideal para organismos com metabolismo acelerado, funções máximas.

Dicas:

Tamanho: O gás oxigênio é uma molécula bastante pequena.

Carga elétrica: A carga elétrica do gás oxigênio é muito baixa.

Passagem pela membrana: Substâncias pequenas e apolares atravessam com facilidade a membrana plasmática.

Jogador:

Personagem: Bebida isotônica

Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Hidratação	8	+	=	
Tamanho: íons	8	+	=	
glicose	8	+	=	
Carga elétrica	8	+	=	
Passagem pela membrana	0	+	=	
Passagem por canais iônicos ou permeases	8	+	=	

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

A hidratação adequada está associada com uma melhor reposição de sais em virtude da transpiração.

- 8-10: Desidratado, funções do organismo seriamente comprometidas.
- 11-15: Provavelmente hidratado, risco de comprometimento de funções do organismo.
- Acima de 16: Adequadamente hidratado, exercício pleno das funções do organismo.

Dicas:

Tamanho: Os íons são muito pequenos, enquanto a glicose é uma molécula grande.

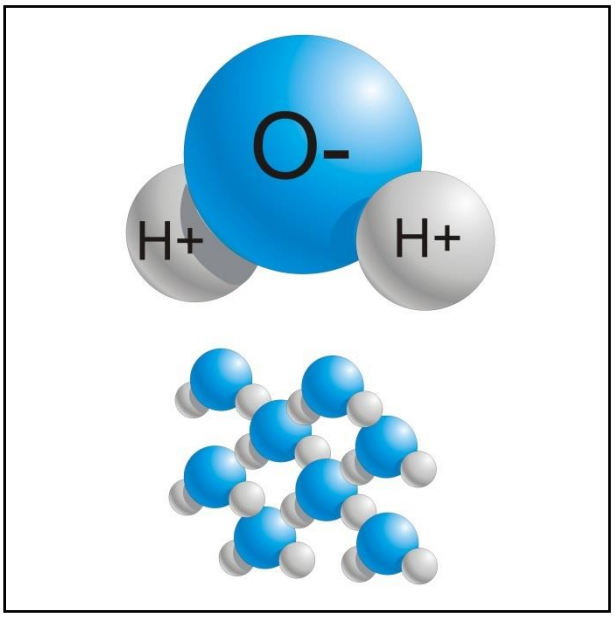
Carga elétrica: Os íons são muito carregados eletricamente (Na^+, K^+ e Cl^-).

Passagem pela membrana: Analisar carga elétrica e tamanho.

A passagem deve estar relacionada aos canais iônicos (íons) ou permeases (glicose), quando a taxa de transporte pode ser mais alta.

Jogador:

Personagem: Água (H_2O)



Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Quantidade ingerida	8	+	=	
Tamanho	8	+	=	
Carga elétrica	8	+	=	
Passagem pela membrana	8	+	=	

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Quantidade ingerida:

- 8-10: Desidratado, funções do organismo seriamente comprometidas.
- 11-15: Provavelmente hidratado, risco de comprometimento de funções do organismo.
- Acima de 16: Adequadamente hidratado, exercício pleno das funções do organismo.

Dicas:

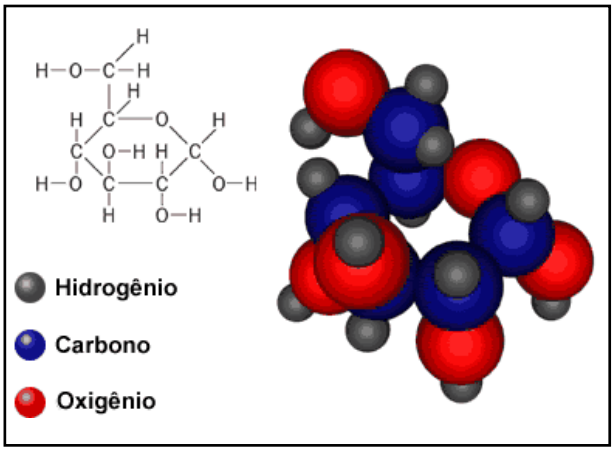
Tamanho: A molécula de água é pequena.

Carga elétrica: Embora tenha natureza dipolar, a carga elétrica é baixa.

Passagem pela membrana: A água atravessa diretamente a bicamada lipídica, de acordo com o gradiente de concentração.

Jogador:

Personagem: Glicose ($C_6H_{12}O_6$)



Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Quantidade ingerida	8	+	=	
Tamanho	8	+	=	
Carga elétrica	8	+	=	
Passagem pela membrana	0	+	=	
Passagem pela membrana por permeases	8	+	=	

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Quantidade ingerida:

- 8-10: Hipoglicemia, confusão mental e dificuldade para realizar tarefas simples.
- 11-15: Glicemia normal.
- Acima de 16: Hiperglicemia, sonolência, cansaço.

Dicas:

Tamanho: A molécula de glicose é relativamente grande para os padrões da membrana

Carga elétrica: A molécula de glicose não possui grande carga elétrica.

Passagem pela membrana: Substâncias grandes e/ou polares atravessam com dificuldade a membrana plasmática.

Passagem pela membrana por permeases: A passagem deve estar relacionada às permeases, quando pode ser mais alta.

Jogador:

Personagem: Allegra - Anti-histamínico

Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Sonolência	8	+	=	
Tamanho	8	+	=	
Passagem pela membrana	8	+	=	
Carga elétrica	8	+	=	

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Sonolência: Causa pouca sonolência, pois a passagem pela membrana é baixa.

- 8-10: Sonolência normal a leve, indivíduo muito ativo.
- 11-15: sonolência Moderada, indivíduo moderadamente ativo.
- Acima de 16: Sonolência severa, indivíduo pouco ativo.

Dicas:

Tamanho: Molécula grande.

Passagem pela membrana: Substâncias grandes e polares atravessam com dificuldade a membrana plasmática. Não atravessa a barreira hematoencefálica.

Carga elétrica: Alta.

Jogador:

Personagem: Polaramine - Anti-histamínico

Habilidade	Pontos*			
	base		modificador	Total
Sonolência	8	+	=	
Tamanho	8	+	=	
Passagem pela membrana	8	+	=	
Carga elétrica	8	+	=	

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Sonolência: Causa maior sonolência, pois a passagem pela membrana é alta.

- 8-10: Sonolência normal, indivíduo muito ativo.
- 11-15: Sonolência leve, indivíduo moderadamente ativo.
- Acima de 16: Sonolência severa, indivíduo pouco ativo.

Dicas:

Passagem pela membrana: Substâncias pequenas e apolares atravessam com facilidade a membrana plasmática. Atravessa a barreira hematoencefálica.

Tamanho: Molécula pequena.

- Carga elétrica: Baixa.

Jogador:

Personagem: Soro caseiro

Habilidade	Pontos*		
	base	modificador	Total
Hidratação	8	+	=
Tamanho íons	8	+	=
glicose	8	+	=
Carga elétrica	8	+	=
Passagem pela membrana	0	+	=
Passagem por permeases ou canais iônicos	8	+	=

**Distribua 15 pontos entre as habilidades, no modificador, e some com a base para obter o valor TOTAL (que nunca pode ser maior que 16).*

Observações:

Associar a hidratação com uma melhor reposição de sais em virtude da transpiração. A passagem deve estar relacionada aos canais iônios. Hidratação:

- 8-10: Desidratado
- 11-15: Provavelmente hidratado
- Acima de 16: Adequadamente hidratado

Dicas:

Tamanho: Os íons são muito pequenos, enquanto a glicose é uma molécula grande.

Carga elétrica: Os íons são muito carregados eletricamente (Na^+ e Cl^-).

Passagem pela membrana: Analisar carga elétrica e tamanho.

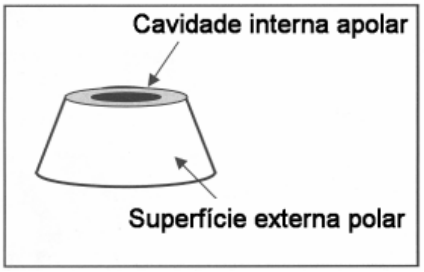
- Passagem pela membrana por permeases: A passagem deve estar relacionada às permeases, quando pode ser mais alta.

Apêndice VII - Questões Fase I (Prévia), II (Curto prazo) e III (Médio prazo)

Nome:	
Escola:	
Curso:	
Turma:	
Grupo experimental:	**Data:**

FASE 1 (PRÉVIA) – QUESTÕES MEMBRANA PLASMÁTICA

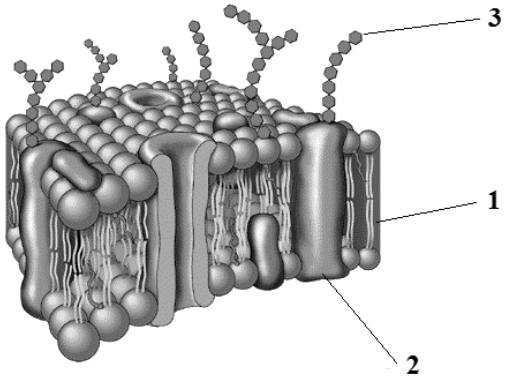
OBJETIVA 1. (UEL-PR) Analise a imagem a seguir, que representa a ciclodextrina:



Várias estruturas celulares apresentam disposição de moléculas semelhante à da ciclodextrina, isto é, possuem superfícies polares e hidrofílicas e uma região central apolar e hidrofóbica. Com base nos conhecimentos sobre o tema, assinale a alternativa que apresenta a estrutura celular com esse padrão molecular de polaridade.

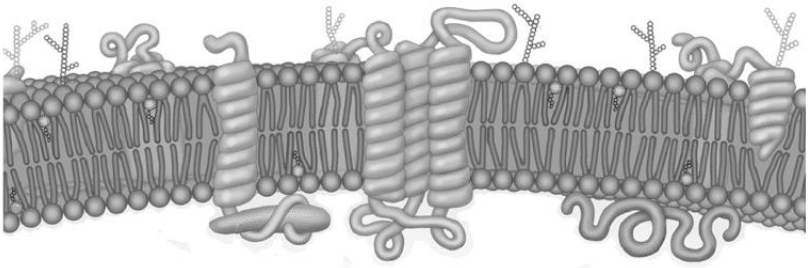
a) Centríolos.
► b) Membrana plasmática.
c) Parede celulósica.
d) Ribossomos.
e) Cromossomos.

OBJETIVA 2. (PUC-PR - adaptado) No início da década de 70, dois cientistas (Singer e Nicholson) esclareceram como é a estrutura das membranas celulares, propondo o modelo denominado mosaico fluido. De acordo com seu conhecimento a respeito do modelo do mosaico fluido, marque a alternativa em que estão indicados corretamente os nomes das moléculas abaixo:



a) 1. Ácidos nucleicos, 2. proteínas e 3. glicídios.
b) 1. Ácidos nucleicos, 2. enzimas e 3. lipídios.
c) 1. Lipídios, 2. enzimas e 3. proteínas.
d) 1. Enzimas, 2. glicídios e 3. proteínas.
► e) 1. Lipídios, 2. proteínas e 3. glicídios.

OBJETIVA 3. (UFPE - adaptado) O modelo da estrutura da membrana plasmática aceito atualmente foi proposto em 1972 pelos pesquisadores Singer e Nicholson e é denominado modelo do mosaico fluido. Dentre as afirmativas a seguir, identifique aquela que explica o arranjo das moléculas segundo esse modelo:



a) Os fosfolipídios formam um revestimento fluido, delimitando a célula, e, por terem afinidade diferencial com a água, formam uma película que isola completamente a passagem de moléculas grandes, insolúveis em água, como glicose, proteínas e polissacarídeos, e de moléculas solúveis em água, como açúcares e aminoácidos.
b) As proteínas periféricas ficam imersas na camada fluida dos lipídeos, ocupando total ou parcialmente sua espessura, e funcionam como poros para a passagem de substâncias de natureza diversa, como água, oxigênio, gás carbônico, ureia e glicerol.
c) As proteínas periféricas e integrais, que ocupam parcial ou totalmente a dupla camada lipídica, funcionam como enzimas que, por alteração na sua forma, podem abrir ou fechar a passagem, regulando o fluxo de certas substâncias.
d) Os glicídios presentes na face interna da membrana, associados aos lipídios e às proteínas, constituindo, respectivamente, glicolipídios e glicoproteínas, estão em constante deslocamento lateral, conferindo à estrutura da membrana plasmática um caráter dinâmico.
► e) As moléculas de lipídios podem se mover no plano da membrana, reorganizando-se sem perder o contato íntimo umas com as outras. Essa movimentação está relacionada com a fluidez da membrana.

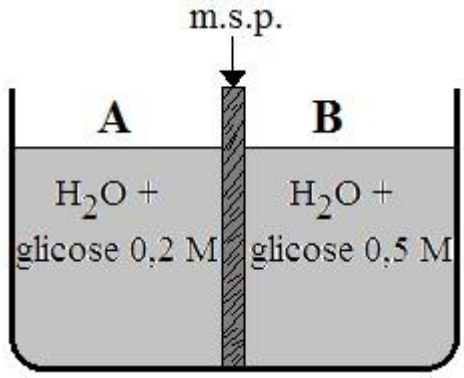
DISCURSIVA 4. A membrana plasmática desempenha funções essenciais para as células. Cite aquelas que você considera mais importantes.

CONTROLE 5. (PUC-RS) Em um experimento para detectar moléculas de DNA em células do parênquima de uma folha, além de detectar essa molécula no interior do núcleo, ela também será encontrada:

a) na parede celular e nos plasmodesmos.
b) no retículo endoplasmático e nos dictiossomos.
c) nos ribossomos e nos microtúbulos.
d) na membrana celular e no retículo endoplasmático.
► e) nas mitocôndrias e nos cloroplastos.

FASE 1 (PRÉVIA) – QUESTÕES TRANSPORTE ATRAVÉS DA MEMBRANA PLASMÁTICA

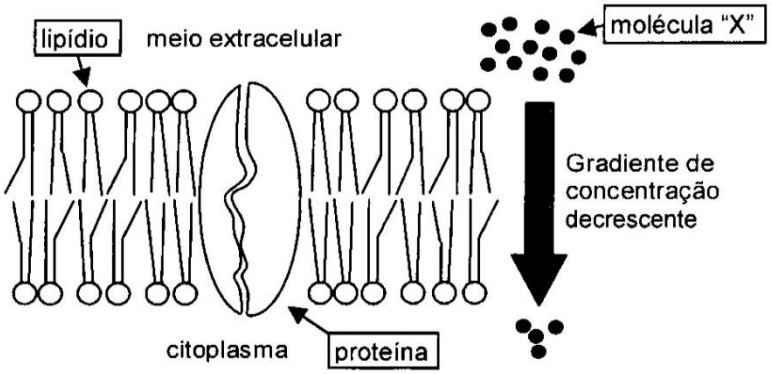
OBJETIVA 1. (PUC-RS) A figura a seguir representa um frasco contendo duas soluções de glicose de concentrações diferentes, separadas por uma membrana semipermeável (m.s.p.):



Após algum tempo, ocorre:

a) Aumento do nível da solução A.
b) Aumento da concentração da solução B.
c) Diminuição do nível da solução B.
► d) Diminuição do nível da solução A.
e) Diminuição da concentração da solução A.

OBJETIVA 2. (UFPR) Abaixo, pode-se observar a representação esquemática de uma membrana plasmática celular e de um gradiente de concentração de uma pequena molécula "X" ao longo dessa membrana.



Com base nesse esquema, considere as seguintes afirmativas:

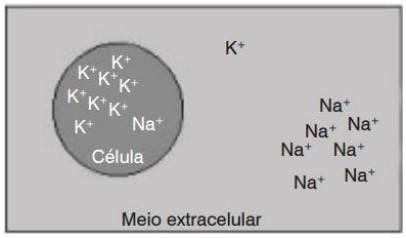
I. A molécula "X" pode se movimentar por difusão simples, através dos lipídios, caso seja uma molécula apolar pequena.
II. A difusão facilitada da molécula "X" acontece quando ela atravessa a membrana com o auxílio de proteínas carreadoras, que a levam contra seu gradiente de concentração.
III. Se a molécula "X" for um íon, ela poderá atravessar a membrana com o auxílio de uma proteína carreadora.
IV. O transporte ativo da molécula "X" ocorre do meio extracelular para o citoplasma.

Assinale a alternativa correta.

► a) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.

b) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
c) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
d) Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
e) Somente a afirmativa III é verdadeira

OBJETIVA 3. (UFPE - adaptado) Sabe-se que no citoplasma de eritrócitos (glóbulos vermelhos) há uma maior quantidade de K^+ do que no plasma sanguíneo (meio extracelular), e que no plasma sanguíneo há uma maior quantidade de Na^+ do que no citoplasma de eritrócitos. A membrana dos eritrócitos é igualmente permeável a esses dois íons. A explicação para essa diferença de concentração é dada pelo(a):



a) transporte passivo.
b) pressão osmótica.
► c) transporte ativo.
d) difusão facilitada.
e) fenômeno da difusão.

DISCURSIVA 4. A membrana plasmática apresenta uma propriedade típica: a permeabilidade seletiva. No que consiste essa propriedade?

CONTROLE 5.(UFLA-MG) Para estudar a secreção de enzimas digestivas, células do pâncreas foram submetidas a um meio com alta concentração de um aminoácido radioativo. Considere as estruturas celulares abaixo e marque a alternativa que corresponda à sequência de estruturas em que aminoácidos marcados, e consequentemente, as proteínas, aparecem ao longo do tempo nestas células:

1. Retículo endoplasmático rugoso
2. Membrana plasmática
3. Complexo de Golgi

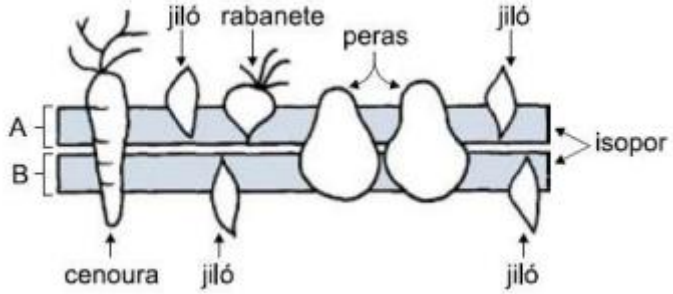
a) 1-2-3
► b) 1-3-2
c) 2-1-3
d) 2-3-1
e) 3-1-2

Nome:	
Escola:	
Curso:	
Turma:	
Grupo experimental:	**Data:**

FASE 2 (CURTO PRAZO) – QUESTÕES MEMBRANA PLASMÁTICA

OBJETIVA 1. (PUC-RJ - adaptado) Em relação aos envoltórios celulares, podemos afirmar que:
a) todas as células dos seres vivos têm parede celular.
b) somente as células vegetais têm membrana celular.
c) somente as células animais têm membrana celular.
► d) todas as células dos seres vivos têm membrana celular.
e) fungos e bactérias não têm membrana celular.

OBJETIVA 2. (Fac. Souza Marques-RJ - adaptado) O esquema abaixo representa um modelo da membrana plasmática feito por um aluno. Em relação ao modelo, são feitas as seguintes afirmativas:

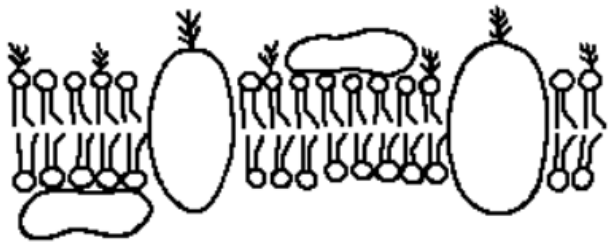


I. As lâminas de isopor representam lipídios.
II. As folhas do rabanete representam polissacarídeos.
III. Os jilós representam lipídios.
IV. As peras representam proteínas integrais.

Assinale a alternativa correta:

a) somente as afirmativas I, II e III estão corretas.
b) somente as afirmativas II, III e IV estão corretas.
c) somente as afirmativas I, III e IV estão corretas.
► d) somente as afirmativas I, II e IV estão corretas.
e) todas as afirmativas estão corretas.

OBJETIVA 3. (UEL-PR) A imagem a seguir representa a estrutura molécula da membrana plasmática de uma célula animal:



Com base na imagem e nos conhecimentos sobre o tema, considere as afirmativas a seguir:

I. Os fosfolipídios têm um comportamento peculiar em relação à água: uma parte da sua molécula é hidrofílica e a outra, hidrofóbica, favorecendo a sua organização em dupla camada.
II. A fluidez atribuída às membranas celulares pode ser decorrente da presença de fosfolipídios.
III. Na bicamada lipídica da membrana, os fosfolipídios têm a sua porção hidrofílica voltada para o interior dessa bicamada e sua porção hidrofóbica voltada para o exterior.
IV. Os fosfolipídios formam uma barreira ao redor das células, impedindo a passagem de moléculas e íons solúveis em água, que são transportados através das proteínas integrais à membrana.

Estão corretas apenas as afirmativas:

a) I e II
b) I e III
c) III e IV
► d) I, II e IV
e) II, III e IV

DISCURSIVA 4. Todas as células estão envolvidas por uma membrana plasmática, um forte indicativo de sua importância para a sobrevivência e funcionamento celular. Cite as principais funções da membrana plasmática.

CONTROLE 5. (UFPE) As células eucarióticas, animal e vegetal, embora guardem semelhanças estruturais e funcionais, apresentam importantes diferenças. Analise as proposições a seguir e assinale a alternativa correta.

1) Os vacúolos das células vegetais atuam na digestão intracelular, visto que nestas células não há lisossomos como nas células animais.
2) O retículo endoplasmático rugoso e o aparelho de Golgi estão presentes tanto em células animais quanto em células vegetais.
3) Os centríolos, estruturas relacionadas aos movimentos cromossômicos, são ausentes na maioria dos animais e amplamente difundidos entre os vegetais superiores.
4) Os cloroplastos, bem como a parede celular, estão presentes em células vegetais.
5) Nas células vegetais, não há membrana plasmática, uma vez que a parede celular existente já é suficientemente forte e resistente.

Estão corretas apenas:

a) 1, 3 e 5
b) 1, 2 e 3

c) 2, 3 e 4
► d) 2 e 4
e) 1, 2, 3 e 4

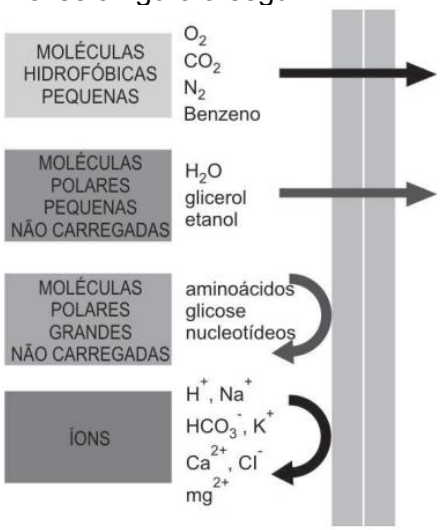
FASE 2 (CURTO PRAZO) – QUESTÕES TRANSPORTE ATRAVÉS DA MEMBRANA PLASMÁTICA

OBJETIVA 1. (UFMT) Uma dona de casa fez as seguintes observações sobre alguns alimentos:
I. A carne salgada e as frutas cozidas em calda muito doce não se estragam com facilidade.
II. As verduras cruas murcham mais rapidamente após serem temperadas com sal.
III. As frutas secas, como a ameixa-preta, incham quando colocadas em água.

Que conceito físico-químico explica essas observações?

a) Hidrólise.
► b) Osmose.
c) Esterificação.
d) Desidro-halogenação.
e) Polimerização.

OBJETIVA 2. (UEL) - Analise a figura a seguir.



(Adaptado de: ALBERTS, B. *et al. Fundamentos da biologia celular.* 2 ed. Porto Alegre: ARTMED. 2006.p. 391.)

Com base na figura e nos conhecimentos sobre transporte de membrana, considere as afirmativas a seguir.

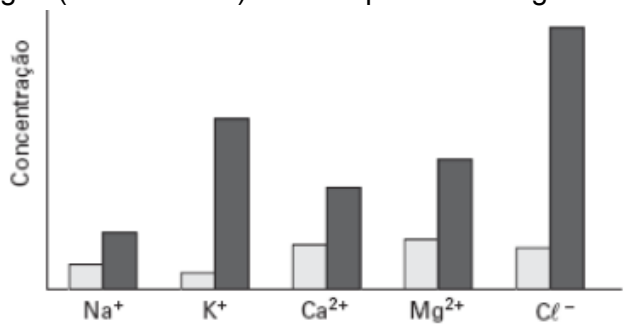
I. As membranas celulares são constituídas por diversas camadas lipídicas, com as cadeias polares (hidrofóbicas) voltadas para as superfícies da membrana e as extremidades apolares (hidrofílicas) para o interior da membrana.
II. Quanto menor a molécula e, mais importante, quanto menores forem suas interações favoráveis com a água, ou seja, quanto menos polar ela for, mais rapidamente a molécula se difundirá através da bicamada lipídica.
III. Moléculas apolares pequenas, tais como o oxigênio molecular (O2) e o dióxido de carbono (CO2), prontamente se dissolvem nas bicamadas lipídicas e, dessa forma,

rapidamente se difundem através delas. As células requerem essa permeabilidade aos gases para o processo de respiração celular.
IV. Se forem suficientemente pequenas, moléculas apolares não carregadas se difundem rapidamente através de uma bicamada. Por exemplo, a água e o etanol difundem-se com dificuldade, ao passo que o glicerol e a glicose difundem-se rapidamente, pois são importantes fontes de energia para as células.

Assinale a alternativa correta.

a) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
► b) Somente as afirmativas II e III são corretas.
c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
d) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
e) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.

OBJETIVA 3. (UFSCar) O diagrama apresenta a concentração relativa de diferentes íons na água (barras claras) e no citoplasma de algas verdes (barras escuras) de uma lagoa.



As diferenças na concentração relativa de íons mantêm-se devido a:

a) osmose.
b) difusão através da membrana.
c) transporte passivo através da membrana.
► d) transporte ativo através da membrana.
e) barreira exercida pela parede celulósica.

DISCURSIVA 4. A permeabilidade seletiva é uma característica fundamental da membrana plasmática. Comente sobre a importância dessa propriedade para a célula.

CONTROLE 5. (UFRN) Quando há infecção bacteriana, os neutrófilos englobam os patógenos e os destroem. No processo de destruição dessas bactérias ocorrem, sucessivamente:

► a) endocitose – formação dos fagossomo – formação do vacúolo digestivo – degradação bacteriana – clasmocitose.

b) fagocitose – formação do vacúolo autofágico – formação do fagossomo – degradação bacteriana – defecação celular.
c) endocitose – formação do vacúolo autofágico – ataque lisossômico – egestão.
d) pinocitose – ataque lisossômico – formação do vacúolo digestivo – exocitose.
e) ataque fagossômico – endocitose – formação do vacúolo autofágico – exocitose – egestão.

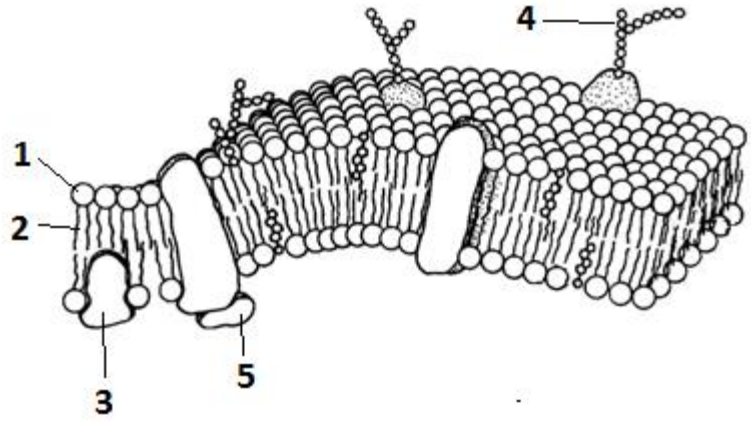
Nome:	
Escola:	
Curso:	
Turma:	
Grupo experimental:	**Data:**

FASE 3 (MÉDIO PRAZO) – QUESTÕES MEMBRANA PLASMÁTICA

OBJETIVA 1. (VEST-RIO - adaptado) Os seres vivos, exceto os vírus, apresentam estrutura celular. Entretanto, as células dos organismos unicelulares como as células dos vários tecidos dos pluricelulares são muito diferentes entre si. Apesar dessa enorme variedade, todas as células vivas apresentam o seguinte componente em comum:

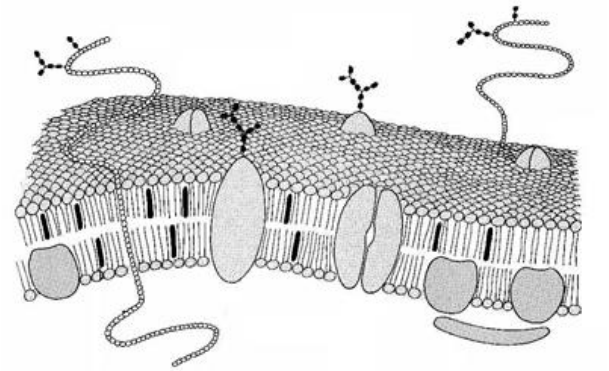
a) retículo endoplasmático.
► b) membrana plasmática.
c) aparelho de Golgi.
d) mitocôndria.
e) cloroplasto.

OBJETIVA 2. (UFES - adaptado) O modelo abaixo representa a configuração molecular da membrana celular, segundo Singer e Nicholson. Acerca do modelo proposto, assinale a alternativa **IN**CORRETA.



a) O algarismo 1 assinala a extremidade polar (hidrofílica) das moléculas lipídicas.
b) O algarismo 2 assinala a extremidade apolar (hidrofóbica) das moléculas lipídicas.
c) O algarismo 4 assinala uma molécula de glicídio associada a uma proteína.
► d) O algarismo 5 assinala uma molécula de proteína que faz parte do glicocálice.
e) O algarismo 3 assinala uma proteína associada à estrutura da membrana.

OBJETIVA 3. (UFF - adaptado) A membrana plasmática é constituída de uma bicamada de fosfolipídios, onde estão mergulhadas moléculas de proteínas globulares. As proteínas aí encontradas:



a) estão dispostas externamente, formando uma capa que delimita o volume celular e mantém a diferença de composição molecular entre os meios intra e extracelular.
b) estão fixas entre uma camada dupla de lipídios, não se movendo em lateralidade, o que confere à estrutura da membrana um caráter estático.
► c) podem se movimentar no plano da membrana, o que permite atuarem como receptores de sinais e no transporte de íons e moléculas através da membrana.
d) dispõem-se apenas na região mais interna, sendo responsáveis pela maior permeabilidade da membrana a moléculas hidrofóbicas.
e) aparecem apenas na face externa da membrana, participam na identificação de células do mesmo tecido ou de células estranhas.

DISCURSIVA 4. Uma célula precisa realmente possuir uma membrana plasmática? Explique sua resposta.

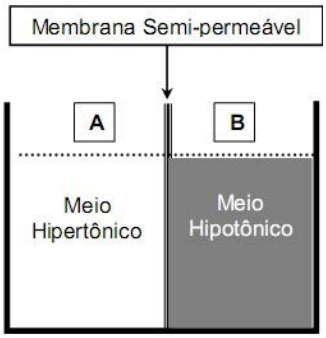
CONTROLE 5. (UFPG - adaptado) A membrana plasmática é a estrutura que delimita o conteúdo celular, separando-o do meio externo. Além de proteger, a membrana plasmática controla a entrada e saída de substâncias na célula. Muitas vezes pode apresentar associações ou modificações que otimizam suas funções. Com base nesse enunciado, assinale a alternativa correta.

► a) Os desmossomos são regiões especializadas existentes nas membranas adjacentes de células vizinhas, que funcionam como presilhas, aumentando a adesão entre as células. A presença deles em todas as células de um epitélio garante a formação de um revestimento contínuo e coeso.
b) Como as bactérias não possuem membrana plasmática, é necessário a presença de uma parede celular constituída de polissacarídeos para conferir rigidez e definir a forma da célula.
c) As microvilosidades são dobras da membrana plasmática na superfície da célula voltadas para a parede interna do intestino delgado que, embora aumentem a área da membrana, diminuem a absorção dos alimentos digeridos.
d). Os hemi-desmossomos são especializações da membrana plasmática que garantem a passagem de estímulos de natureza elétrica entre duas células vizinhas

e) As interdigitações são dobras da membrana apical de células intestinais que aumentam a superfície de absorção e controlam a passagem de macromoléculas entre células de diferentes tecidos.

FASE 3 (MÉDIO PRAZO) – QUESTÕES TRANSPORTE ATRAVÉS DA MEMBRANA PLASMÁTICA

OBJETIVA 1. (UFSC – adaptado) Dentre os vários mecanismos de transporte em nível de membrana celular, podemos citar a osmose. De maneira simplificada, a figura abaixo esquematiza as condições para a ocorrência da osmose.



Com relação ao processo osmótico, assinale a proposição CORRETA.

a) Haverá passagem de água do lado A para o lado B.
b) As células de nosso corpo encontram-se banhadas por uma solução isotônica; desta forma, a passagem da água do meio extracelular para o intracelular ocorre por osmose..
► c) Se A fosse o meio intracelular de uma célula humana e B água pura, a célula iria estourar.
d) Se B fosse o meio intracelular de uma célula vegetal e A água pura, a parede celulósica impediria que sua membrana celular se rompesse.
e) A pressão osmótica é gerada pela passagem do solvente do lado B para o lado A.

OBJETIVA 2. (UFPE - adaptado) Considerando os diferentes processos de passagem através da membrana plasmática, analise as proposições seguintes e assinale verdadeiro (V) ou falso (F).

( ) A difusão simples é um tipo de transporte passivo através da membrana plasmática que ocorre quando existem condições de gradiente de concentração sem haver gasto de energia.
( ) O transporte ativo utiliza proteínas presentes nas membranas que agem como transportadoras de íons e moléculas.
( ) Osmose é a passagem de moléculas de água através da membrana, do meio mais concentrado para o menos concentrado, garantindo, assim, o equilíbrio osmótico entre diferentes compartimentos do organismo.
( ) Difusão facilitada envolve um sistema enzimático complexo que necessita de gasto de energia, pois atua contra um gradiente de concentração.
( ) A difusão facilitada utiliza proteínas carregadoras para o transporte de açúcares simples e aminoácidos através de membrana constituindo, por essa razão, um processo de transporte ativo.

Assinale a alternativa correta:

► a) V – V – F – F – F
b) V – F – F – V – V
c) F – F – F – V – F
d) F – V – F – F – V
e) V – V – V – V – F

OBJETIVA 3. (UECE - adaptado) Sabe-se que no transporte de substâncias através da membrana plasmática:
1) Certos íons são conservados com determinadas concentrações dentro e fora da célula, com gasto de energia.
2) Caso cesse a produção de energia, a tendência é de distribuírem-se homogeneamente as concentrações destes íons.

As frases 1 e 2 referem-se, respectivamente, aos seguintes tipos de transporte:

a) difusão facilitada e osmose
► b) transporte ativo e difusão simples
c) transporte ativo e osmose
d) difusão facilitada e difusão simples
e) osmose e difusão simples

DISCURSIVA 4. Quais seriam as consequências para as células caso a membrana plasmática não apresentasse a característica da permeabilidade seletiva?

CONTROLE 5. (PUC-RS) Responder à questão com base nas informações abaixo.
Quando uma dada célula engloba uma partícula alimentar, verificam-se no seu citoplasma uma série de eventos, tais como:

1. o fenômeno denominado clasmocitose.
2. enzimas digestivas que passam à fase ativa.
3. a fusão do lisossomo com o fagossomo.
4. a formação de um tipo de vacúolo denominado fagossomo.

A sequência correta do aparecimento desses eventos é:

a) 1 / 4 / 2 / 3
b) 3 / 2 / 1 / 4
c) 2 / 3 / 4 / 1
► d) 4 / 3 / 2 / 1
e) 2 / 4 / 1 / 3

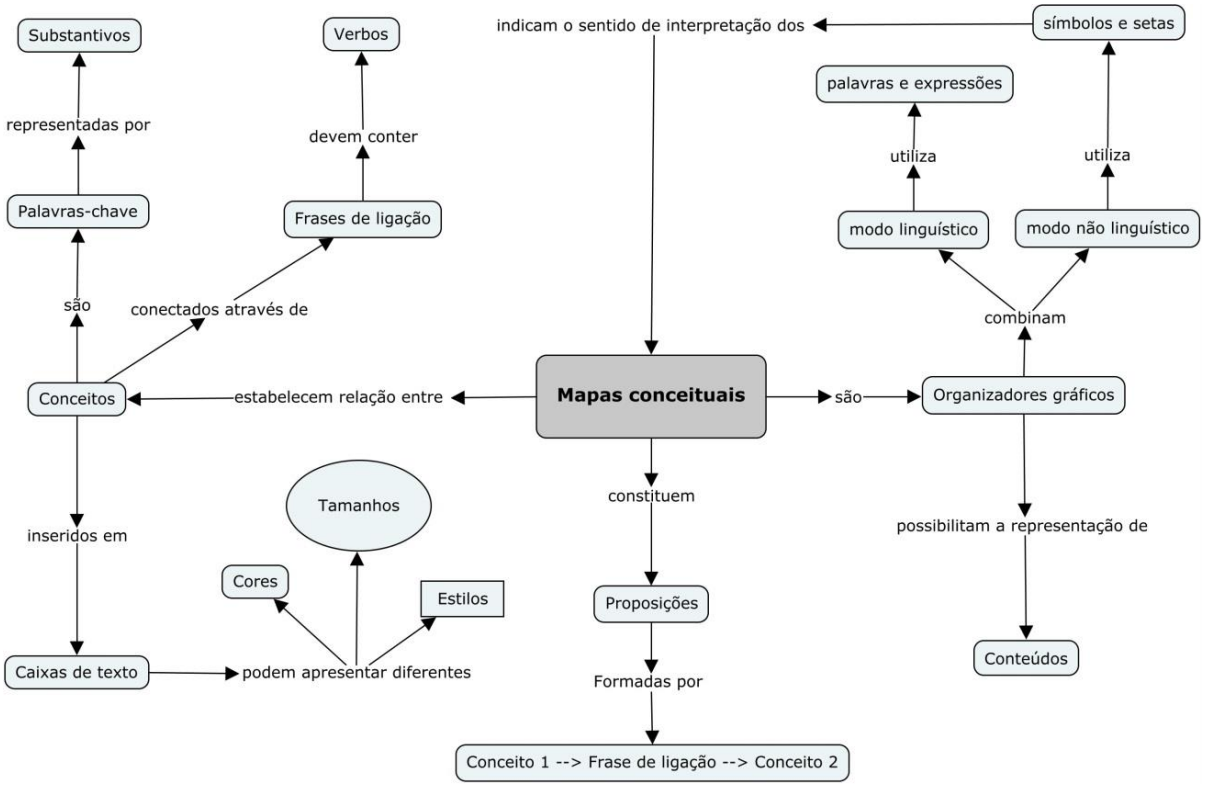
Apêndice VIII - Orientações para elaboração de Mapa Conceitual

Nome:	
Escola:	
Curso:	
Turma:	
Grupo experimental:	**Data:**

FASE (*1-Prévia, 2-Curto prazo ou 3-Médio prazo*) - MAPA CONCEITUAL

Orientações para a elaboração de um mapa conceitual

Os mapas conceituais são formas diferenciadas de organizar e representar seu conhecimento sobre determinado assunto. Para a elaboração de um mapa conceitual, você pode começar pensando em algumas *palavras-chave* sobre o conteúdo. Essas palavras-chave são os **conceitos**. Os conceitos mais importantes geralmente são substantivos inseridos em caixas de texto. As caixas de texto podem ter formas e cores diferentes, de acordo com o destaque que você queira dar a elas. Os conceitos se conectam através de **frases de ligação**. As frases de ligação devem conter verbos, explicando as relações entre os conceitos. As setas entre os conceitos e as frases de ligação podem indicar o sentido de leitura do mapa conceitual, facilitando a interpretação das proposições. Os diversos conceitos, conectados por frases de ligação, formam uma representação gráfica do conteúdo. Quanto mais conexões você conseguir estabelecer, ou quanto mais complexas elas forem, mais completo e detalhado será o seu mapa conceitual. Veja um exemplo de mapa conceitual sobre "*mapas conceituais*":



Atividade:

Seguindo as orientações acima, crie um mapa conceitual sobre o assunto MEMBRANA PLASMÁTICA: COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL E MODALIDADES DE TRANSPORTE ATRAVÉS DA MEMBRANA.

Como o objetivo é analisar o que você sabe atualmente sobre o tema, não é necessário consultar fontes externas de pesquisa. Você pode elaborar o mapa conceitual manualmente ou elaborar e imprimir utilizando programas gratuitos que podem ser baixados da internet, como o *Cmaps Tools*®, por exemplo. Bom trabalho!

Critérios[25] que serão utilizados para a avaliação[26] dos Mapas Conceituais:

CATEGORIA	CRITÉRIOS	PONTUAÇÃO
Proposições	A correlação entre dois conceitos está indicada por uma linha de conexão e frases de ligação? A correlação é válida?	**1** ponto para cada proposição válida.
Hierarquia	O mapa mostra hierarquia? Cada conceito subordinado é mais específico e menos geral que o conceito colocado acima dele na hierarquia (no contexto do tema sendo mapeado)?	**5** pontos para cada nível de hierarquia válido.
Ligações cruzadas	O mapa mostra conexões válidas (com sentido) entre um segmento e outro (no mesmo nível de hierarquia ou entre níveis)? A correlação é significativa e válida?	**10** pontos para cada ligação cruzada significativa e válida. **2** pontos para cada ligação cruzada que seja válida mas que não ilustre uma síntese entre grupos de conceitos correlacionados.
Exemplos	Eventos ou objetos específicos que representam instâncias válidas representantes de um conceito.	**1** ponto cada.

[25] Critérios propostos por Novak e Gowin (1993), Randi (2011) e Junior (2013).
[26] Não há limite máximo de pontos.

Apêndice IX - Teste de Inteligências Múltiplas

Nome:	
Escola:	
Curso:	
Turma:	
Grupo experimental:	**Data:**

INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS

Duração aproximada: 10 minutos

Espera-se que esse questionário seja divertido e que o ajude a descobrir algumas de suas diversas habilidades. Esse questionário é baseado em diversos estudos realizados por pesquisadores sobre como aprendemos e porque é importante conhecer nossas próprias preferências; cada um de nós é único e nossas habilidades nos ajudam a entender nossos caminhos especiais de aprendizado e conhecimento.

De acordo com os critérios abaixo, escolha um número entre 1 a 5 para classificar o quanto cada uma das frases da lista descreve sua personalidade:

1 – Não, definitivamente a frase não tem a ver comigo
2 – A frase é muito pouco como eu
3 – A frase é relativamente como eu
4 – A frase é muito como eu
5 – Sim, a frase definitivamente me define

Verbal/Linguística

Eu sou capaz de usar muitas palavras diferentes para me expressar.	
Eu me sinto confortável lidando com linguagens e palavras.	
Eu gosto de jogos com palavras, como *Palavras Cruzadas* ou *Scrabble*.	
Eu geralmente lembro das coisas exatamente como elas foram ditas para mim.	
Eu gosto de participar de debates e/ou discussões.	
Eu tenho facilidade em explicar coisas a outras pessoas.	
Eu gostaria de escrever em um jornal e/ou escrever histórias e artigos.	
Eu gosto muito de ler.	
TOTAL	

Visual/Espacial

Eu entendo de combinações de cores e porque algumas cores combinam entre si.	
Eu gosto de jogos de quebra-cabeça, resolver jogos de labirinto ou outros desafios visuais.	
Eu tenho facilidade em interpretar gráficos e mapas.	
Eu tenho um bom senso de direção.	
Eu gosto de assistir a cenas de filmes e prestar atenção nos detalhes.	
Eu sou observador e geralmente percebo coisas que os outros não percebem.	
Eu posso antecipar movimentos e suas consequências em um jogo (xadrez, por exemplo).	
Eu visualizo cenas na minha cabeça quando eu lembro de alguma coisa.	
TOTAL	

Musical

Eu geralmente toco músicas na minha cabeça.	
Meu humor muda quando escuto música.	
Eu tenho facilidade em acompanhar o ritmo de uma música.	
Eu posso diferenciar o som dos diferentes instrumentos quando escuto uma música.	
Eu me sinto bem quando uma música está tocando.	
Eu posso escutar e perceber notas destoantes.	
Eu tenho facilidade em me envolver com atividades musicais.	
Eu posso lembrar de trechos de músicas facilmente.	
TOTAL	

Lógica/Matemática

Eu trabalho melhor em um ambiente organizado.	
Eu gosto de matemática e de lidar com números.	
Eu tenho uma lista de “coisas para fazer”.	
Eu gosto de desafios lógicos e outros desafios para o cérebro.	
Eu gosto de responder questões do tipo “por que”.	
Eu trabalho melhor quando tenho uma agenda ou um calendário de horários.	
Eu posso estabelecer relações de causa e efeito rapidamente.	
Eu sempre faço uma coisa de cada vez.	
TOTAL	

Interpessoal

Eu posso perceber o humor e os sentimentos de outras pessoas.	
Eu trabalho melhor quando estou interagindo com outras pessoas.	
Eu prefiro os esportes coletivos do que os esportes individuais.	
Eu posso resolver situações entre amigos usando meus argumentos.	
Eu prefiro atividades em grupo do que aquelas que faço sozinho.	
Eu gosto de aprender sobre diferentes culturas.	
Eu gosto de eventos sociais, como festas.	
Eu gosto de compartilhar minhas ideias e sentimentos com outras pessoas.	

TOTAL	

Naturalística

Poluição me deixa irritado.	
Eu percebo semelhanças e diferenças entre árvores, flores e outras coisas da natureza.	
Eu tenho fortes sentimentos de proteção ao meio ambiente.	
Eu gosto de assistir a programas sobre natureza na televisão.	
Eu me envolvo em atividades coletivas de limpeza.	
Eu gosto de plantar e cuidar de um jardim.	
Eu gosto de pescar, de caminhadas ao ar livre e de observar pássaros.	
Quando eu terminar o ensino médio, eu espero trabalhar com plantas e animais.	
TOTAL	

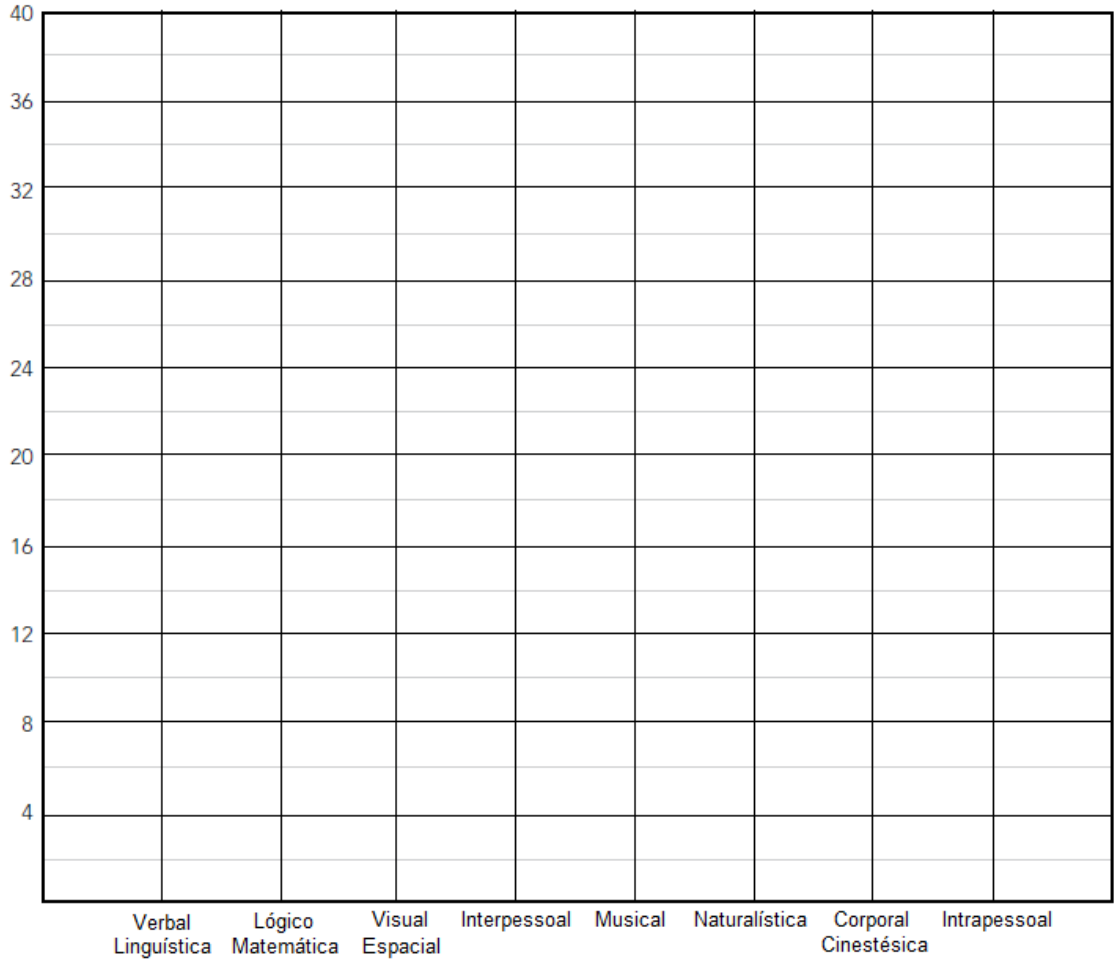
Corporal/Cinestésica

Eu gosto de me mover, bater os dedos ou agitar as pernas e geralmente fico inquieto quando estou sentado.	
Eu gosto de participar de atividades esportivas.	
Eu sou curioso sobre como as coisas funcionam e gosto de tocar objetos para examinhar sua textura.	
Eu tenho boa coordenação motora.	
Eu gosto de trabalhos manuais.	
Eu prefiro estar envolvido em atividades físicas do que ficar sentado, parado e observar.	
Eu aprendo melhor pelo fazer (isto é, tocando, movimentando e interagindo).	
Eu gosto de pensar nos meus problemas enquanto ando ou corro.	
TOTAL	

Intrapessoal

Eu me conheço bem.	
Eu tenho poucos amigos próximos.	
Eu tenho fortes opiniões sobre assuntos controversos.	
Eu trabalho melhor quando a atividade é autodirigida.	
Eu não sou facilmente influenciado por outras pessoas.	
Eu tenho um bom conhecimento dos meus sentimentos e como eu vou reagir a determinadas situações.	
Eu geralmente levanto questões sobre valores e crenças.	
Eu gosto de trabalhar por conta própria.	
TOTAL	

Gráfico das Múltiplas Inteligências[27]



[27] Questionário e gráfico adaptados de *ITC publications*. http://www.itcpublications.com.au/. Baseado na Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner: Gardner, H. (1994). *Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas*. Porto Alegre, Artes Médicas.

Apêndice X - Questionário estudantes após participação nas aulas

Questionário estudantes após a participação nas aulas (Representações não linguísticas - Modelos e maquetes)

*Obrigatório

Sexo?
○ Masculino
○ Feminino

Idade? *

○ Inferior a 14
○ 14
○ 15
○ Superior a 15

Considerando as disciplinas básicas do ensino fundamental (últimos anos) ou as disciplinas básicas do ensino médio, em qual matéria você tem mais facilidade? *
Assinale até 3 itens.

○ Artes / Educação artística
○ Biologia / Ciências
○ Educação Física
○ Filosofia
○Física
○ Geografia
○ História
○ Inglês / Espanhol
○ Matemática
○ Português
○ Química
○ Sociologia

Considere as metodologias que foram utilizadas nas aulas de Biologia Celular (conteúdos Membrana Plasmática e Transporte Através da Membrana). *
Assinale com “X” considerando a escala entre 1 a 5:

	1 Discordo plenamente	2 Discordo parcialmente	3 Indiferente	4 Concordo parcialmente	5 Concordo plenamente
A aula estava adequada à faixa etária e ao nível dos estudantes.	○	○	○	○	○
A aula foi interessante e motivadora, prendendo a atenção dos estudantes.	○	○	○	○	○

A aula permitiu atividades variadas e que os estudantes usassem a criatividade e a imaginação.	○	○	○	○	○
A metodologia permitiu um clima agradável na sala de aula.	○	○	○	○	○
A metodologia foi adequada para o tempo da aula.	○	○	○	○	○
A metodologia utilizada facilitou meu aprendizado.	○	○	○	○	○
A linguagem utilizada pelo professor foi clara e objetiva.	○	○	○	○	○
A relação com o professor foi amigável.	○	○	○	○	○
As dificuldades ou dúvidas foram esclarecidas pelo professor.	○	○	○	○	○
O professor demonstrou domínio do conteúdo.	○	○	○	○	○
O professor mostrou preocupação com o aprendizado dos estudantes.	○	○	○	○	○
A turma mostrou maturidade, responsabilidade e respeito durante as aulas.	○	○	○	○	○
As dificuldades foram esclarecidas pelos próprios colegas.	○	○	○	○	○
Eu tenho facilidade para	○	○	○	○	○

trabalhar em grupo.					
Após as aulas, eu considero que entendo sobre a organização estrutural e composição química da membrana plasmática, de acordo com o modelo do mosaico fluido.	○	○	○	○	○
Após as aulas, eu considero que entendo sobre as principais características e modalidades do transporte através da membrana (difusão simples, difusão facilitada, osmose e transporte ativo).	○	○	○	○	○
A metodologia utilizada me estimulou a ler mais sobre os temas das aulas e ajudou a entender melhor os conceitos e conteúdos das aulas de biologia.	○	○	○	○	○

Você gostaria que os seus professores utilizassem a elaboração de cartazes e modelos tridimensionais como estratégia de ensino da biologia celular em sala de aula? *
Em caso afirmativo, deveria ser utilizada como metodologia principal ou apenas para complementar as aulas expositivas?
○ Não
○ Sim, como metodologia principal
○ Sim, como metodologia complementar às aulas expositivas

Como você avalia o seu próprio rendimento e dedicação como estudante? *

○ Excepcional
○ Muito bom

○ Adequado
○ Um pouco deficiente
○ Fraco

Você acha importante que os professores diversifiquem as metodologias de ensino em sala de aula? Por quê? *

De modo geral, o que você achou das aulas sobre membrana plasmática e transporte através da membrana? *

Questionário estudantes após a participação nas aulas (Jogos cooperativos)

*Obrigatório

Sexo?
○ Masculino
○ Feminino

Idade? *

○ Inferior a 14
○ 14
○ 15
○ Superior a 15

Considerando as disciplinas básicas do ensino fundamental (últimos anos) ou as disciplinas básicas do ensino médio, em qual matéria você tem mais facilidade? *
Assinale até 3 itens.

○ Artes / Educação artística
○ Biologia / Ciências
○ Educação Física
○ Filosofia
○Física
○ Geografia
○ História
○ Inglês / Espanhol
○ Matemática
○ Português
○ Química
○ Sociologia

Considere as metodologias que foram utilizadas nas aulas de Biologia Celular (conteúdos Membrana Plasmática e Transporte Através da Membrana). *
Assinale com “X” considerando a escala entre 1 a 5:

	1 Discordo plenamente	2 Discordo parcialmente	3 Indiferente	4 Concordo parcialmente	5 Concordo plenamente
A aula estava adequada à faixa etária e ao nível dos estudantes.	○	○	○	○	○
A aula foi interessante e motivadora, prendendo a atenção dos estudantes.	○	○	○	○	○
A aula permitiu atividades variadas e que os estudantes usassem a	○	○	○	○	○

criatividade e a imaginação.					
A metodologia permitiu um clima agradável na sala de aula.	○	○	○	○	○
A metodologia foi adequada para o tempo da aula.	○	○	○	○	○
A metodologia utilizada facilitou meu aprendizado.	○	○	○	○	○
A linguagem utilizada pelo professor foi clara e objetiva.	○	○	○	○	○
A relação com o professor foi amigável.	○	○	○	○	○
As dificuldades ou dúvidas foram esclarecidas pelo professor.	○	○	○	○	○
O professor demonstrou domínio do conteúdo.	○	○	○	○	○
O professor mostrou preocupação com o aprendizado dos estudantes.	○	○	○	○	○
A turma mostrou maturidade, responsabilidade e respeito durante as aulas.	○	○	○	○	○
As dificuldades foram esclarecidas pelos próprios colegas.	○	○	○	○	○
Eu tenho facilidade para trabalhar em grupo.	○	○	○	○	○
Após as aulas, eu considero que entendo	○	○	○	○	○

sobre a organização estrutural e composição química da membrana plasmática, de acordo com o modelo do mosaico fluido.					
Após as aulas, eu considero que entendo sobre as principais características e modalidades do transporte através da membrana (difusão simples, difusão facilitada, osmose e transporte ativo).	○	○	○	○	○
A metodologia utilizada me estimulou a ler mais sobre os temas das aulas e ajudou a entender melhor os conceitos e conteúdos das aulas de biologia.	○	○	○	○	○

Você gostaria que os seus professores utilizassem jogos colaborativos como estratégia de ensino da biologia celular em sala de aula? *
Em caso afirmativo, deveria ser utilizada como metodologia principal ou apenas para complementar as aulas expositivas?
○ Não
○ Sim, como metodologia principal
○ Sim, como metodologia complementar às aulas expositivas

Como você avalia o seu próprio rendimento e dedicação como estudante? *

○ Excepcional
○ Muito bom
○ Adequado
○ Um pouco deficiente
○ Fraco

Você acha importante que os professores diversifiquem as metodologias de ensino em sala de aula? Por quê? *

De modo geral, o que você achou das aulas sobre membrana plasmática e transporte através da membrana? *

Questionário estudantes após a participação nas aulas (Expositivas)

*Obrigatório

Sexo?
○ Masculino
○ Feminino

Idade? *

○ Inferior a 14
○ 14
○ 15
○ Superior a 15

Considerando as disciplinas básicas do ensino fundamental (últimos anos) ou as disciplinas básicas do ensino médio, em qual matéria você tem mais facilidade? *
Assinale até 3 itens.

○ Artes / Educação artística
○ Biologia / Ciências
○ Educação Física
○ Filosofia
○Física
○ Geografia
○ História
○ Inglês / Espanhol
○ Matemática
○ Português
○ Química
○ Sociologia

Considere as metodologias que foram utilizadas nas aulas de Biologia Celular (conteúdos Membrana Plasmática e Transporte Através da Membrana). *
Assinale com "X" considerando a escala entre 1 a 5:

	1 Discordo plenamente	2 Discordo parcialmente	3 Indiferente	4 Concordo parcialmente	5 Concordo plenamente
A aula estava adequada à faixa etária e ao nível dos estudantes.	○	○	○	○	○
A aula foi interessante e motivadora, prendendo a atenção dos estudantes.	○	○	○	○	○
A aula permitiu atividades variadas e que os estudantes	○	○	○	○	○

usassem a criatividade e a imaginação.					
A metodologia permitiu um clima agradável na sala de aula.	○	○	○	○	○
A metodologia foi adequada para o tempo da aula.	○	○	○	○	○
A metodologia utilizada facilitou meu aprendizado.	○	○	○	○	○
A linguagem utilizada pelo professor foi clara e objetiva.	○	○	○	○	○
A relação com o professor foi amigável.	○	○	○	○	○
As dificuldades ou dúvidas foram esclarecidas pelo professor.	○	○	○	○	○
O professor demonstrou domínio do conteúdo.	○	○	○	○	○
O professor mostrou preocupação com o aprendizado dos estudantes.	○	○	○	○	○
A turma mostrou maturidade, responsabilidade e respeito durante as aulas.	○	○	○	○	○
As dificuldades foram esclarecidas pelos próprios colegas.	○	○	○	○	○
Eu tenho facilidade para trabalhar em grupo.	○	○	○	○	○
Após as aulas, eu considero	○	○	○	○	○

que entendo sobre a organização estrutural e composição química da membrana plasmática, de acordo com o modelo do mosaico fluido.					
Após as aulas, eu considero que entendo sobre as principais características e modalidades do transporte através da membrana (difusão simples, difusão facilitada, osmose e transporte ativo).	○	○	○	○	○
A metodologia utilizada me estimulou a ler mais sobre os temas das aulas e ajudou a entender melhor os conceitos e conteúdos das aulas de biologia.	○	○	○	○	○

Você gostaria que os seus professores utilizassem as aulas expositivas como estratégia de ensino da biologia celular em sala de aula? *
Em caso afirmativo, deveria ser utilizada como metodologia principal ou apenas para complementar as aulas expositivas?
○ Não
○ Sim, como metodologia principal
○ Sim, como metodologia complementar às aulas expositivas

Como você avalia o seu próprio rendimento e dedicação como estudante? *

○ Excepcional
○ Muito bom
○ Adequado
○ Um pouco deficiente
○ Fraco

Você acha importante que os professores diversifiquem as metodologias de ensino em sala de aula? Por quê? *

De modo geral, o que você achou das aulas sobre membrana plasmática e transporte através da membrana? *

Apêndice XI - Questionário para professores que ministram Biologia Celular (questões *on-line*)

Questionário para os professores que ministram Biologia Celular

Este questionário faz parte do projeto "Diferentes estratégias metodológicas para o processo de ensino aprendizagem da Biologia Celular". Sua resposta honesta é importante para o sucesso dessa avaliação. Agradecemos sua participação!

*Obrigatório

1) Sexo? *
○ Masculino
○ Feminino

2) Idade? *
○ – de 25
○ 25 29
○ 30 39
○ 40 49
○ 50 59
○ + de 60

3) Há quanto tempo você trabalha como professor? *
Incluir eventuais experiências anteriores. Se possível, exclua períodos prolongados de ausência (por exemplo, períodos de afastamento).
○ - de 1 ano
○ 1 a 2 anos
○ 3 a 5 anos
○ 6 a 10 anos
○ + de 10 anos

4) Qual é o seu regime de trabalho nesta escola?
○ Dedicação Exclusiva
○ 40 horas
○ 20 horas
○ Temporário ou substituto
○ Outro:

5) Qual é a sua área de formação? *
○ Biologia/Ciências Biológicas
○ Outro:

6) Você possui licenciatura? Em caso afirmativo, em qual área? *

7) Você possui curso(s) de Pós-graduação?
Em caso afirmativo, informar os cursos e as respectivas áreas. *

8) Considerando os principais temas abordados pela Biologia no Ensino Médio, em qual deles você se sente mais seguro e confortável para trabalhar ou diversificar suas práticas como docente? *

Assinale até 3 itens.
○ Biologia Celular (Citologia)
○ Bioquímica ou Química da Vida
○ Botânica
○ Ecologia e Meio Ambiente
○ Embriologia e Reprodução
○ Genética e Evolução
○ Histologia
○ Microbiologia e Parasitologia
○ Zoologia
○ Outro:

9) A lista a seguir apresenta algumas estratégias que podem ser utilizadas pelo professor em sala de aula. De acordo com os critérios abaixo, escolha um número entre 1 a 5 para classificar as principais metodologias ou ferramentas relacionadas ao processo de ensino aprendizagem da Biologia Celular, de acordo com a frequência com que você as utiliza durante o período letivo. *
Assinale com "X" considerando a escala entre 1 a 5:

	1 Utilizo com muita frequência	2 Utilizo com frequência	3 Utilizo esporadicamente	4 Raramente utilizo	5 Nunca utilizo
Exposição oral ilustrada com Datashow	○	○	○	○	○
Exposição oral ilustrada com projeção de filmes	○	○	○	○	○
Exposição oral ilustrada com quadro negro/branco	○	○	○	○	○
Exposição oral ilustrada com retroprojetor	○	○	○	○	○
Exposição oral com discussão e debates	○	○	○	○	○
Exposição oral com discussão informal	○	○	○	○	○
Exposição oral com divisão em pequenos grupos	○	○	○	○	○
Painel ou banner	○	○	○	○	○
Seminários	○	○	○	○	○
Aulas práticas em laboratório com eletromicrografias ou fotos	○	○	○	○	○
Aulas práticas em laboratório com lâminas e microscópio	○	○	○	○	○
Visitas a museus	○	○	○	○	○
Práticas de campo	○	○	○	○	○
Visitas técnicas	○	○	○	○	○
Entrevistas	○	○	○	○	○
Pesquisa com leituras	○	○	○	○	○

complementares em artigos ou revistas científicas					
Pesquisa com leituras complementares em livros especializados	○	○	○	○	○
Pesquisa com leituras complementares em sites especializados	○	○	○	○	○
Pesquisa livre	○	○	○	○	○
Projetos de iniciação científica ou extensão	○	○	○	○	○
Questionários ou lista de exercícios	○	○	○	○	○
Trabalhos em grupo com relatório	○	○	○	○	○
Trabalhos individuais com relatório	○	○	○	○	○
Criação de jogos didáticos pelos estudantes	○	○	○	○	○
Jogos didáticos de tabuleiro	○	○	○	○	○
Estudo de casos clínicos	○	○	○	○	○
Jogos de representação (*Role Playing Game* - RPG)	○	○	○	○	○
Resolução de problemas ou casos clínicos	○	○	○	○	○
Teatro (encenações)	○	○	○	○	○
Construção de cartazes ou pôster	○	○	○	○	○
Construção de modelos tridimensionais ou maquetes	○	○	○	○	○
Elaboração de mapas conceituais	○	○	○	○	○
Interação via blog, páginas virtuais ou redes sociais	○	○	○	○	○
Utilização de celulares ou *tablets*	○	○	○	○	○
Utilização de laboratório de informática	○	○	○	○	○

10) Em sua opinião, quais são as principais dificuldades no processo de ensino aprendizagem da Biologia Celular? *
Assinale com “X” considerando a escala entre 1 a 5:

	1 =	2 = Discordo	3 =	4 =	5 =

	Discordo plenamente	parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo plenamente
Ausência de laboratório na escola	○	○	○	○	○
Biblioteca com acervo desatualizado	○	○	○	○	○
Carga horária docente elevada	○	○	○	○	○
Falta de acervo especializado	○	○	○	○	○
Instalações incômodas em sala de aula	○	○	○	○	○
Laboratórios mal equipados	○	○	○	○	○
Turmas muito numerosas	○	○	○	○	○
Complexidade da Biologia Celular	○	○	○	○	○
Conteúdo insatisfatório nos livros didáticos	○	○	○	○	○
Conteúdo muito abstrato da Biologia Celular	○	○	○	○	○
Deficiência de atividades complementares nos livros didáticos	○	○	○	○	○
Grande volume de informações da Biologia Celular	○	○	○	○	○
Nomes e termos técnicos utilizados	○	○	○	○	○
Pouca carga horária da Biologia	○	○	○	○	○
Irresponsabilidade ou imaturidade dos estudantes	○	○	○	○	○
Não estudam o suficiente Passividade ou desinteresse	○	○	○	○	○
Resistência a metodologias inovadoras pelos estudantes	○	○	○	○	○
Valorização excessiva das notas pelos estudantes	○	○	○	○	○
Falta de criticidade dos estudantes	○	○	○	○	○
Estudantes com	○	○	○	○	○

conhecimentos prévios insuficientes ou errôneos					
Professores têm dificuldade em correlacionar com temas cotidianos	○	○	○	○	○
Professores não se identificam com os conteúdos	○	○	○	○	○
Falta de integração com professores de outras disciplinas	○	○	○	○	○
Mal planejamento ou execução do plano de ensino pelos professores	○	○	○	○	○
Necessidade de atualização constante dos professores	○	○	○	○	○
Resistência a novas metodologias ou tradicionalismo	○	○	○	○	○
Professores têm dificuldade em adequar a linguagem	○	○	○	○	○
Professores não valorizam os conhecimentos prévios dos estudantes	○	○	○	○	○

11) O que mais o auxilia como professor no trabalho de planejamento das aulas e de desenvolvimento do conteúdo de Biologia Celular em sala de aula? *
○ Livro didático
○ Troca de informações com outros colegas
○ Artigos científicos
○ Materiais disponíveis na internet, como textos e vídeos
○ Outro:

12) Como você avalia o seu domínio dos conteúdos de Biologia Celular? *
○ Excepcional
○ Muito bom
○ Adequado
○ Um pouco deficiente
○ Fraco

13) Como você avalia o seu desempenho na explicação dos conceitos de Biologia Celular? *
○ às vezes deixo o aluno em dúvida
○ dificilmente vou além do que está no livro didático
○ geralmente sou bastante claro
○ muito claro
○ excepcionalmente claro e elucidativo

Apêndice XII - Questionário para professores que ministram Biologia Celular (questões abertas)

1. Em sua opinião, existe uma falta de correspondência entre o que o professor ensina e o que o estudante aprende em Biologia Celular? Por quê?
2. No início da disciplina de Biologia Celular, qual é a principal habilidade ou característica que você espera que um estudante possua?
3. Ao término da disciplina de Biologia Celular, qual é a principal habilidade ou característica que você espera que um estudante tenha desenvolvido?
4. Você acha importante diversificar as metodologias de ensino em sala de aula? Por quê?
5. Você acha que o aluno deve participar ativamente da aula? Em caso afirmativo, como garantir essa participação?
6. O que mais o auxilia como professor no trabalho de planejamento das aulas e de desenvolvimento do conteúdo de Biologia Celular em sala de aula?

Apêndice XIII - Questionário para professores que ministram Biologia Celular (após a aplicação das aulas)

Questionário professores após a aplicação das aulas (Aulas expositivas)

*Obrigatório

Considere a metodologia que foi utilizada na aula de Biologia Celular (conteúdos Membrana Plasmática e Transporte Através da Membrana). *

Assinale com “X” considerando a escala entre 1 a 5:

	1 - Discordo plenamente	2 - Discordo parcialmente	3 - Indiferente	4 - Concordo parcialmente	5 - Concordo plenamente
A aula estava adequada à faixa etária e ao nível dos estudantes.	○	○	○	○	○
A aula não foi diferente das outras aulas.	○	○	○	○	○
A aula permitiu atividades variadas e que os estudantes usassem a criatividade e a imaginação.	○	○	○	○	○
A metodologia gerou um clima de competição entre os estudantes.	○	○	○	○	○
A metodologia foi adequada para o tempo da aula.	○	○	○	○	○
Os objetivos das aulas ficaram claros para os estudantes.	○	○	○	○	○
A participação dos estudantes foi menor que nas outras aulas.	○	○	○	○	○
Os estudantes demonstraram maturidade, responsabilidade e respeito	○	○	○	○	○

durante as aulas					
As dificuldades e dúvidas foram esclarecidas pelos próprios estudantes.	○	○	○	○	○
Os estudantes não tiveram iniciativa de buscar informações sobre os conteúdos em fontes diversificadas.	○	○	○	○	○
Eu tenho facilidade em diversificar metodologias em sala de aula.	○	○	○	○	○
Eu acho importante diversificar metodologias em sala de aula.	○	○	○	○	○
Após as aulas, eu considero que os estudantes entendem sobre a organização estrutural e composição química da membrana plasmática, de acordo com o modelo do mosaico fluido.	○	○	○	○	○
Após as aulas, eu considero que os estudantes entendem sobre a organização estrutural e sobre as principais características e modalidades do transporte através da membrana (difusão simples, difusão	○	○	○	○	○

facilitada, osmose e transporte ativo).					
A metodologia utilizada estimulou os estudantes a ler mais sobre os temas das aulas e ajudou a entender melhor os conceitos e conteúdos das aulas de biologia.	○	○	○	○	○
Eu repetirei essa metodologia em outros momentos.	○	○	○	○	○

Como professor, qual foi o seu papel na aplicação das aulas de Biologia Celular no grupo das Aulas expositivas? *

Quais foram as suas principais dificuldades na aplicação das aulas de Biologia Celular no grupo das Aulas expositivas? *

Quais foram os principais pontos positivos em relação à metodologia das Aulas expositivas? E os negativos?

Você utilizaria a metodologia das Aulas expositivas como estratégia de ensino da biologia celular em sala de aula?

- ○ Não
- ○ Sim, como metodologia principal
- ○ Sim, como metodologia complementar

Questionário professores após a aplicação das aulas (Modelos e maquetes)

*Obrigatório

Considere as metodologias que foram utilizadas nas aulas de Biologia Celular (conteúdos Membrana Plasmática e Transporte Através da Membrana). *

Assinale com “X” considerando a escala entre 1 a 5:

	1 - Discordo plenamente	2 - Discordo parcialmente	3 - Indiferente	4 - Concordo parcialmente	5 - Concordo plenamente
A aula estava adequada à faixa etária e ao nível dos estudantes.	○	○	○	○	○
A aula não foi diferente das outras aulas.	○	○	○	○	○
A aula permitiu atividades variadas e que os estudantes usassem a criatividade e a imaginação.	○	○	○	○	○
A metodologia gerou um clima de competição entre os estudantes.	○	○	○	○	○
A metodologia foi adequada para o tempo da aula.	○	○	○	○	○
Os objetivos das aulas ficaram claros para os estudantes.	○	○	○	○	○
A participação dos estudantes foi menor que nas outras aulas.	○	○	○	○	○
Os estudantes demonstraram maturidade, responsabilidade e respeito durante as aulas	○	○	○	○	○
As dificuldades e dúvidas foram esclarecidas pelos próprios	○	○	○	○	○

estudantes.					
Os estudantes não tiveram iniciativa de buscar informações sobre os conteúdos em fontes diversificadas.	○	○	○	○	○
Eu tenho facilidade em diversificar metodologias em sala de aula.	○	○	○	○	○
Eu acho importante diversificar metodologias em sala de aula.	○	○	○	○	○
Após as aulas, eu considero que os estudantes entendem sobre a organização estrutural e composição química da membrana plasmática, de acordo com o modelo do mosaico fluido.	○	○	○	○	○
Após as aulas, eu considero que os estudantes entendem sobre a organização estrutural e sobre as principais características e modalidades do transporte através da	○	○	○	○	○

membrana (difusão simples, difusão facilitada, osmose e transporte ativo).					
A metodologia utilizada estimulou os estudantes a ler mais sobre os temas das aulas e ajudou a entender melhor os conceitos e conteúdos das aulas de biologia.	○	○	○	○	○
Eu repetirei essa metodologia em outros momentos.	○	○	○	○	○

Como professor, qual foi o seu papel na aplicação das aulas de Biologia Celular no grupo da elaboração de modelos tridimensionais e cartazes (representações não linguísticas)? *

Quais foram as suas principais dificuldades na aplicação das aulas de Biologia Celular no grupo da elaboração de modelos tridimensionais e cartazes (representações não linguísticas)? *

Quais foram os principais pontos positivos em relação à metodologia da elaboração de modelos tridimensionais e cartazes (representações não linguísticas)? E os negativos?

Você utilizaria a metodologia da elaboração de modelos tridimensionais e cartazes (representações não linguísticas) como estratégia de ensino da biologia celular em sala de aula? Em caso afirmativo, deveria ser utilizada como metodologia principal ou apenas para complementar as aulas expositivas?

- Não
- Sim, como metodologia principal
- Sim, como metodologia complementar

Questionário professores após a aplicação das aulas (Jogos colaborativos)

*Obrigatório

Considere a metodologia que foi utilizada nas aulas de Biologia Celular (conteúdos Membrana Plasmática e Transporte Através da Membrana). *

Assinale com “X” considerando a escala entre 1 a 5:

	1 - Discordo plenamente	2 - Discordo parcialmente	3 - Indiferente	4 - Concordo parcialmente	5 - Concordo plenamente
A aula estava adequada à faixa etária e ao nível dos estudantes.	○	○	○	○	○
A aula não foi diferente das outras aulas.	○	○	○	○	○
A aula permitiu atividades variadas e que os estudantes usassem a criatividade e a imaginação.	○	○	○	○	○
A metodologia gerou um clima de competição entre os estudantes.	○	○	○	○	○
A metodologia foi adequada para o tempo da aula.	○	○	○	○	○
Os objetivos das aulas ficaram claros para os estudantes.	○	○	○	○	○
A participação dos estudantes foi menor que nas outras aulas.	○	○	○	○	○
Os estudantes demonstraram maturidade, responsabilidade	○	○	○	○	○

e respeito durante as aulas					
As dificuldades e dúvidas foram esclarecidas pelos próprios estudantes.	○	○	○	○	○
Os estudantes não tiveram iniciativa de buscar informações sobre os conteúdos em fontes diversificadas.	○	○	○	○	○
Eu tenho facilidade em diversificar metodologias em sala de aula.	○	○	○	○	○
Eu acho importante diversificar metodologias em sala de aula.	○	○	○	○	○
Após as aulas, eu considero que os estudantes entendem sobre a organização estrutural e composição química da membrana plasmática, de acordo com o modelo do mosaico fluido.	○	○	○	○	○
Após as aulas, eu considero que os estudantes entendem sobre a organização estrutural e	○	○	○	○	○

sobre as principais características e modalidades do transporte através da membrana (difusão simples, difusão facilitada, osmose e transporte ativo).					
A metodologia utilizada estimulou os estudantes a ler mais sobre os temas das aulas e ajudou a entender melhor os conceitos e conteúdos das aulas de biologia.	○	○	○	○	○
Eu repetirei essa metodologia em outros momentos.	○	○	○	○	○

Qual o papel do professor na aplicação das aulas de Biologia Celular no grupo dos Jogos colaborativos? *

Quais foram as principais dificuldades na aplicação das aulas de Biologia Celular no grupo dos Jogos colaborativos? *

Quais foram os principais pontos positivos em relação à metodologia dos Jogos colaborativos? E os negativos?

Você utilizaria a metodologia dos Jogos colaborativos como estratégia de ensino da biologia celular em sala de aula? Em caso afirmativo, deveria ser utilizada como metodologia principal ou apenas para complementar as aulas expositivas?

- Não
- Sim, como metodologia principal
- Sim, como metodologia complementar

Apêndice XIV - Termos de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Marco Antonio Ferreira Randi e Gabriel Mathias Carneiro Leão, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando seu filho ou menor sob sua responsabilidade, estudante do 1º ano do curso técnico do IFPR, a participar de um estudo intitulado "Diferentes estratégias metodológicas para o processo de ensino aprendizagem da biologia celular". Com essa pesquisa, busca-se verificar se a diversificação de metodologias e a utilização de diferentes instrumentos para o ensino ou avaliação estão relacionados com a melhora da relação entre alunos e professores, servindo, assim, como agentes motivadores para ambos e facilitando o processo de ensino aprendizagem.

a) O objetivo desta pesquisa é analisar a possível correlação entre a aprendizagem e a utilização de diferentes estratégias pedagógicas, focadas em estudantes com diferentes tipos de inteligência.

b) Caso a participação do estudante na pesquisa seja permitida, será necessário assistir às aulas tradicionais de biologia celular, ou às aulas de biologia celular com metodologias diferenciadas, dependendo do grupo experimental em que for inserido. O estudante também será convidado a realizar um teste de quociente de inteligência (QI), um teste de múltiplas inteligências e opinar sobre as aulas assistidas. Além disso, para verificação do aprendizado, participará de uma avaliação de curto prazo, e de uma avaliação de médio prazo, que podem envolver questões objetivas e a elaboração de mapas conceituais. O estudante receberá todas as informações e orientações necessárias no momento da aplicação das aulas, dos testes e das avaliações.

c) Para tanto o estudante deverá comparecer no câmpus do Instituto Federal do Paraná onde estuda, no período regular destinado às aulas de biologia, para a realização das atividades acima relacionadas. As atividades terão a duração aproximada de 50 minutos.

d) Caso o estudante não se sinta confortável em participar de alguma atividade, basta comunicar aos responsáveis pela pesquisa. Dessa forma, ele poderá participar de outro grupo de atividades ou, ainda, optar por não participar desta pesquisa.

e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser desconforto ou constrangimento decorrente de timidez para participar ativamente das aulas durante a realização das atividades. Nesse caso, basta informar os pesquisadores para que sua situação e participação sejam avaliadas.

f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: ampliar as ferramentas educacionais e a diversificação das estratégias metodológicas em sala como mecanismos para facilitar a aprendizagem da biologia celular e aprimorar as relações entre professores e alunos, demonstrando a importância de se valorizar as diferentes inteligências dos estudantes para o processo de ensino e aprendizagem. No entanto, nem sempre você será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas poderá contribuir para o avanço científico

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB.nº 1145630
na data de 10/07/2015

Rubricas:
Responsável legal pelo menor participante da pesquisa _____
Pesquisador Responsável_____
Orientador_____Orientado_____

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da FUFPR
Rua Pe. Camargo, 285 – térreo – Alto da Glória – Curitiba-PR –CEP:80060-240
Tel. (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

g) Os pesquisadores Marco Antonio Ferreira Randi, orientador, biólogo, professor da Universidade Federal do Paraná e Gabriel Mathias Carneiro Leão, doutorando na Universidade Federal do Paraná, biólogo, professor do Instituto Federal do Paraná, responsáveis por este estudo, poderão ser contatados na Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Endereço: Av. Cel. Francisco H dos Santos, s/n, Bairro Jardim das Américas, em horário comercial, pelos telefones (41) 3595-7686 e (43) 9105-8973 ou e-mail: gabriel.leao@ifpr.edu.br para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

k) A participação do estudante neste estudo é voluntária e se o mesmo não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

l) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (orientador do projeto e aluno de doutorado). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a identidade do estudante seja preservada e mantida a confidencialidade.

m) As despesas necessárias para a realização da pesquisa (impressões, materiais, etc.) não são de responsabilidade do estudante e pela participação no estudo o estudante não receberá qualquer valor em dinheiro.

n) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá o nome do estudante, e sim um código.

Eu, _____ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que o estudante é livre para interromper sua participação a qualquer momento sem justificar a decisão ou sem qualquer prejuízo para ele.

Eu concordo voluntariamente com a participação do estudante sob minha responsabilidade neste estudo.

_____
(Assinatura do responsável legal pelo estudante participante da pesquisa)
Local e data

Assinatura do Pesquisador

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da FUFPR
Rua Pe. Camargo, 285 – térreo – Alto da Glória – Curitiba-PR –CEP:80060-240
Tel (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB.nº 1145630
na data de 10/07/2015

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Marco Antonio Ferreira Randi e Gabriel Mathias Carneiro Leão, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você, professor de biologia do 1° ano do curso técnico do IFPR, a participar de um estudo intitulado "Diferentes estratégias metodológicas para o processo de ensino aprendizagem da biologia celular". Com essa pesquisa, busca-se verificar se a diversificação de metodologias e a utilização de diferentes instrumentos para o ensino ou avaliação estão relacionados com a melhora da relação entre alunos e professores, servindo, assim, como agentes motivadores para ambos e facilitando o processo de ensino aprendizagem.

a) O objetivo desta pesquisa é analisar a possível correlação entre a aprendizagem e a utilização de diferentes estratégias pedagógicas, focadas em estudantes com diferentes tipos de inteligência.

b) Caso você participe da pesquisa, será necessário ministrar aulas tradicionais de biologia celular, ou ministrar aulas de biologia celular utilizando metodologias diferenciadas, dependendo do grupo experimental em que for inserido. O professor também será convidado a responder um questionário avaliando as metodologias utilizadas. O professor receberá todas as informações e orientações necessárias em momento anterior à aplicação das aulas, dos testes e das avaliações.

c) Para tanto, o professor deverá comparecer no câmpus do Instituto Federal do Paraná onde estuda, no período regular destinado às aulas de biologia, para a realização das atividades acima relacionadas. As atividades terão a duração aproximada de 50 minutos.

d) Caso o professor não se sinta confortável em participar de alguma atividade, basta comunicar aos responsáveis pela pesquisa. Dessa forma, ele poderá participar de outro grupo de atividades ou, ainda, optar por não participar desta pesquisa. Ainda, poderá ceder o espaço das suas aulas para que o próprio pesquisador responsável aplique as metodologias.

e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser desconforto ou constrangimento decorrente de timidez para participar ativamente das aulas durante a realização das atividades. Nesse caso, basta informar os pesquisadores para que sua situação e participação sejam avaliadas.

f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: ampliar as ferramentas educacionais e a diversificação das estratégias metodológicas em sala como mecanismos para facilitar a aprendizagem da biologia celular e aprimorar as relações entre professores e alunos, demonstrando a importância de se valorizar as diferentes inteligências dos estudantes para o processo de ensino e aprendizagem. No entanto, nem sempre você será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas poderá contribuir para o avanço científico

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB.nº 1145630
na data de 10/07/2015

Rubricas:
Professor participante da pesquisa _____
Pesquisador Responsável _____
Orientador _____ Orientado _____

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da FUFPR
Rua Pe. Camargo, 285 – térreo – Alto da Glória – Curitiba-PR –CEP:80060-240
Tel. (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

g) Os pesquisadores Marco Antonio Ferreira Randi, orientador, biólogo, professor da Universidade Federal do Paraná e Gabriel Mathias Carneiro Leão, doutorando na Universidade Federal do Paraná, biólogo, professor do Instituto Federal do Paraná, responsáveis por este estudo, poderão ser contatados na Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Endereço: Av. Cel. Francisco H dos Santos, s/n, Bairro Jardim das Américas, em horário comercial, pelos telefones (41) 3595-7686 e (43) 9105-8973 ou e-mail: gabriel.leao@ifpr.edu.br para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

k) A participação do professor neste estudo é voluntária e se o mesmo não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

l) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (orientador do projeto e aluno de doutorado). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a identidade do estudante seja preservada e mantida a confidencialidade.

m) As despesas necessárias para a realização da pesquisa (impressões, materiais, etc.) não são de responsabilidade do professor e pela participação no estudo o professor não receberá qualquer valor em dinheiro.

n) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá o nome do professor, e sim um código.

Eu, _____ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que o estudante é livre para interromper sua participação a qualquer momento sem justificar a decisão ou sem qualquer prejuízo para ele.

Eu concordo voluntariamente com a participação do estudante sob minha responsabilidade neste estudo.

_____
(Assinatura do professor participante da pesquisa)
Local e data

Assinatura do Pesquisador

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da FUFPR
Rua Pe. Camargo, 285 – térreo – Alto da Glória – Curitiba-PR –CEP:80060-240
Tel (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB.nº 1 145 630
na data de 10/07/2015

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Marco Antonio Ferreira Randi e Gabriel Mathias Carneiro Leão, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você, estudante do 1° ano do curso técnico do IFPR, a participar de um estudo intitulado "Diferentes estratégias metodológicas para o processo de ensino aprendizagem da biologia celular". Com essa pesquisa, busca-se verificar se a diversificação de metodologias e a utilização de diferentes instrumentos para o ensino ou avaliação estão relacionados com a melhora da relação entre alunos e professores, servindo, assim, como agentes motivadores para ambos e facilitando o processo de ensino aprendizagem.

a) O objetivo desta pesquisa é analisar a possível correlação entre a aprendizagem e a utilização de diferentes estratégias pedagógicas, focadas em estudantes com diferentes tipos de inteligência.

b) Caso você participe da pesquisa, será necessário assistir às aulas tradicionais de biologia celular, ou às aulas de biologia celular com metodologias diferenciadas, dependendo do grupo experimental em que você for inserido. Você também será convidado a realizar um teste de quociente de inteligência (QI), um teste de múltiplas inteligências e opinar sobre as aulas assistidas. Além disso, para verificação do aprendizado, você participará de uma avaliação de curto prazo, e de uma avaliação de médio prazo, que podem envolver questões objetivas e a elaboração de mapas conceituais. Você receberá todas as informações e orientações necessárias no momento da aplicação das aulas, dos testes e das avaliações.

c) Para tanto você deverá comparecer no câmpus do Instituto Federal do Paraná onde você estuda, no período regular destinado às aulas de biologia, para a realização das atividades acima relacionadas. As atividades terão a duração aproximada de 50 minutos.

d) Caso você não se sinta confortável em participar de alguma atividade, basta comunicar aos responsáveis pela pesquisa. Dessa forma, você poderá participar de outro grupo de atividades ou, ainda, optar por não participar desta pesquisa.

e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser constrangimento decorrente de timidez para participar ativamente das aulas durante a realização das atividades. Nesse caso, basta informar os pesquisadores para que sua situação e participação sejam avaliadas.

f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: ampliar as ferramentas educacionais e a diversificação das estratégias metodológicas em sala como mecanismos para facilitar a aprendizagem da biologia celular e aprimorar as relações entre professores e alunos, demonstrando a importância de se valorizar as diferentes inteligências dos estudantes para o processo de ensino e aprendizagem. No entanto, nem sempre você será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas poderá contribuir para o avanço científico

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB.nº 1145.630
na data de 10/07/2015

Rubricas:
Participante da Pesquisa e /ou responsável legal_____
Pesquisador Responsável_____
Orientador_____Orientado_____

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da FUFPR
Rua Pe. Camargo, 285 – térreo – Alto da Glória – Curitiba-PR –CEP:80060-240
Tel. (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

g) Os pesquisadores Marco Antonio Ferreira Randi, orientador, biólogo, professor da Universidade Federal do Paraná e Gabriel Mathias Carneiro Leão, doutorando na Universidade Federal do Paraná, biólogo, professor do Instituto Federal do Paraná, responsáveis por este estudo, poderão ser contatados na Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Endereço: Av. Cel. Francisco H dos Santos, s/n, Bairro Jardim das Américas, em horário comercial, pelos telefones (41) 3595-7686 e (43) 9105-8973 ou e-mail: gabriel.leao@ifpr.edu.br para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

k) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

l) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (orientador do projeto e aluno de doutorado). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida a confidencialidade.

m) As despesas necessárias para a realização da pesquisa (impressões, materiais, etc.) não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro.

n) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu,_____ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão ou sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

_____
(Assinatura do participante de pesquisa ou responsável legal)
Local e data

Assinatura do Pesquisador

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da FUFPR
Rua Pe. Camargo, 285 – térreo – Alto da Glória – Curitiba-PR –CEP:80060-240
Tel (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB.nº 1145.630
na data de 10/07/2015