

## OS CONTEÚDOS DE BIOLOGIA CELULAR: AS OPINIÕES DOS ALUNOS SOBRE O ENSINO E AVALIAÇÃO

### Viewpoint of high school students on the content and assessment of the teaching of Cell Biology'

Julio Sérgio dos Santos<sup>1</sup>  
Regina Célia dos Santos<sup>2</sup>

**RESUMO:** Os conteúdos da biologia celular são ensinados, principalmente, no segundo ano letivo do ensino médio, e a aprendizagem deles possibilita ao estudante compreender as estruturas e os processos celulares em diferentes organismos. Nessa pesquisa foram analisadas as concepções dos alunos sobre os conteúdos de biologia celular e avaliação. Foram entrevistados 349 estudantes de nível médio de sete escolas públicas do Estado de São Paulo com a finalidade de analisar a visão desses estudantes sobre o conhecimento escolar de biologia celular e o seu processo de avaliação. De acordo com os entrevistados, o processo de avaliação incentiva, principalmente, a memorização dos conceitos fragmentados de biologia celular, com pouco entendimento das funções e mecanismos celulares. Os instrumentos da avaliação, mencionados pelos entrevistados, não parecem incentivar a contextualização desses conceitos com fatos do dia a dia do aluno e tampouco a análise de dados experimentais, requerida em atividades laboratoriais. Assim, a célula parece ser vista como uma estrutura estática e fragmentada, pois o aluno tem dificuldade em associar a estrutura da célula com a funcionalidade das organelas e a sobrevivência do organismo.

**Palavras-Chave:** Ensino Médio. Biologia Celular. Avaliação. Estudantes.

**Abstract:** In Brazil, Cell Biology is taught principally in the second year of high school, and the content is designed to permit the student to understand the cell structure and processes in different types of organism. In this research was analyzed the opinions of students on the content of the cell biology and assessment. Total of 349 students were interviewed at seven public schools in the state of São Paulo with the objective of analyzing their viewpoint on the teaching of Cell Biology and the assessment of the students. According to the interviews, the assessment process encourages, primarily, the memorization of fragmented concepts of Cell Biology, with little understanding of cell function or mechanisms. The assessment devices mentioned by the interviewees do not appear to encourage the contextualization of the basic concepts with aspects of the daily lives of the students or even the experimental analysis of data, which would be required in laboratory activities. Overall, the cell appears to be presented as a static and fragmented structure and so the student has difficulty in associating the cell structure with organelle functionality and maintenance of the organism's life.

<sup>1</sup> Doutor em Biologia Celular e Estrutural, Instituto de Biologia, UNICAMP.

<sup>2</sup> Mestra em Saúde Coletiva, Faculdade de Medicina, UNESP-Botucatu.

**Keywords:** High School. Cell Biology. Assessment. Students

## 1. Introdução

A biologia celular é o assunto central da identidade dos seres vivos (BRASIL, 2002; 2006). As novas descobertas científicas das ciências biológicas, proporcionadas pelo desenvolvimento da biotecnologia, tais como o mapeamento do genoma humano, células-tronco e a vacina de DNA, vêm ampliando os conceitos utilizados no ensino e aprendizado da biologia em escolas do Ensino Médio (BONZANINI, 2005; XAVIER *et al.*, 2006; BRASIL, 2006; PEDRANCINI *et al.*, 2007). Por causa dessa diversidade de conceitos, o entendimento dos conteúdos de biologia celular requer um ensino que não incentive apenas a compreensão parcial e superficial deles (DICARLO, 2006). É claro que este entendimento e incentivo demandam estratégias didáticas que envolvam habilidades (BRASIL, 2002; 2006; FABRÍCIO *et al.*, 2006), por exemplo, a análise e a resolução de problemas relacionados a dados experimentais (HEIDCAMP, 1998; KITCHEN *et al.*, 2003; TARABAN *et al.*, 2007). As estratégias didáticas do ensino também necessitam integrar conceitos que envolvam os mecanismos celulares, por exemplo a síntese de proteínas, com a manutenção dos sistemas do corpo do organismo (ODOM; KELLY, 2000; FLORES; TOVAR; GALLEGOS, 2003; NEWMAN *et al.*, 2012; QUILLIN; THOMAS, 2015). A falta dessa integração pode culminar na reprodução de conceitos fragmentados (BRASIL, 2006; NEWMAN; CATAVERO; WRIGT, 2012) e que podem levar à formação de conhecimentos equivocados pelos alunos do ensino médio (SESLI; KARA, 2012).

Além das estratégias didáticas que abordam as habilidades e o ensino de conteúdos integrados, é notório que a compreensão do fenômeno biológico celular não seja fácil para os alunos do ensino médio (STOCKDALE, 1998), pois este fenômeno não é visto a olho nu, sendo, portanto, abstrato (PALMERO, 2003). Diante desta dificuldade de compreensão, é comum que o ensino e o aprendizado desses conteúdos seja auxiliado por um livro didático que contenha uma representação da célula por meio de figuras/imagens, o que pode influenciar a aprendizagem desse fenômeno biológico (PALMERO; RODRIGUEZ, 2002; POZZER; ROTH, 2003; PALMERO, 2003; VLAARDINGERBROEK; TAYLOR; BALE, 2013).

O processo de avaliação escolar, tido como essencial no processo educativo (STERN; AHLGREN, 2002; OEI, 2013) e que orienta o professor a classificar seus alunos (LUCKESI, 2011), também pode exercer uma forte influência na aprendizagem dos conteúdos de biologia, inclusive sobre a célula (BRASIL, 2002; 2006; STERN, 2004; NAGLE, 2013). Segundo Gioka (2007) o processo de avaliação escolar deve evitar a simples reprodução e o reconhecimento dos conteúdos, promovendo a aquisição do conhecimento para os alunos. Assim, a avaliação, como promotora da aprendizagem, não objetiva apenas classificar/reprovar, mas, também incentivar as construções do conhecimento do aluno, para que ele consiga avançar a um novo degrau de conhecimento (LIBÂNEO, 1999). Essa avaliação, que incentiva a aprendizagem e o diagnostica a aquisição do conteúdo escolar, possibilita que o professor reflita sobre o ensino e a aprendizagem dos conteúdos escolares (BARROS FILHO; SILVA, 2002). Com base nesta funcionalidade da avaliação, como promotora e diagnóstico do processo de ensino e

aprendizado, pretendemos reconhecer as tarefas avaliativas vinculadas à aquisição dos conteúdos de biologia celular, analisar as avaliações que incentivam a contextualização destes conteúdos com fatos do dia a dia do aluno, compreender a finalidade das provas e do aprendizado destes conteúdos na visão dos alunos e comparar as avaliações oferecidas aos estudantes com as propostas avaliativas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) e da Proposta Curricular do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010).

## 2. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa envolve a discussão de dados quantitativos e qualitativos (CRESSWELL, 2003). Parte dessa pesquisa foi produzida como trabalho docente nas escolas públicas das cidades de Campinas e Indaiatuba.

A entrevista estruturada para o desenvolvimento da pesquisa foi aplicada em sete escolas públicas de Ensino Médio da região de Campinas (Estado de São Paulo - Brasil). Os diálogos com os alunos foram autorizados por professores titulares da disciplina de Biologia e pelos coordenadores das escolas.

As questões utilizadas nas entrevistas foram criadas conforme proposta de ensino e de avaliação das Orientações Educacionais Complementares dos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias – PCNEM+ (BRASIL, 2002). Esses parâmetros orientam o uso de diferentes métodos para as avaliações e contextualizações dos conteúdos de biologia do ensino médio. Esta orientação contribuiu com a elaboração das perguntas voltadas à investigação das propostas da avaliação e da contextualização dos conteúdos de biologia celular.

### 2.1 Entrevistas

Os questionamentos das entrevistas estruturadas (Quadro 1) foram selecionados previamente para que o roteiro de perguntas fosse organizado e objetivo. Além disso, padronizamos estas questões com o intuito de comparar as informações coletadas. Antes da coleta dessas informações, introduzimos os objetivos da entrevista aos alunos, na qual verificaríamos e analisaríamos o que eles acham dos conteúdos de biologia celular e o processo de avaliação escolar desses conteúdos.

---

#### Quadro 1: Questionário (estruturado) para entrevistar os alunos

---

##### Introdução

A Biologia Celular é o tema central da identidade do ser vivo. No conhecimento da Biologia moderna, a ciência da célula é importante para as pesquisas atuais, como células tronco e transgênicos. Sabendo dessa importância para a sociedade moderna, propomos um questionário com 5 perguntas, as quais pretendem conhecer a proposta de avaliação empregada para o processo de ensino e aprendizado do conteúdo de Biologia Celular no Ensino Médio. Não é necessário a identificação do aluno.

---

Escola:

Série:

---

---

**1** – De qual o tema ou assunto dos conteúdos da biologia celular você se lembra? Justifique a importância deste conteúdo lembrado.

---

**2** – Que ferramentas o seu professor usou para avaliar o conteúdo de biologia celular transmitido e aprendido?

---

**3** – Qual a finalidade das provas usadas no processo de avaliação do conteúdo de biologia celular?

---

**4** – O processo de avaliação: provas e/ou outros instrumentos, era contextualizado com os fatos do dia-a-dia e/ou com fenômenos da natureza?

---

**5** – Que método de avaliação você acha mais adequado para o processo de ensino e aprendizagem da citologia? Justifique.

---

### 3. Resultados

Nessa pesquisa foram entrevistados 349 alunos de 14 salas no final do segundo ano letivo do Ensino Médio. Todos os estudantes foram entrevistados após o processo de ensino e aprendizado dos conteúdos de biologia celular. A Proposta Curricular da Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo – SEESP (SÃO PAULO, 2010), mostrada no Quadro 2, orienta o ensino desses conteúdos no segundo ano letivo do Ensino Médio.

**Quadro 2:** Conteúdos de biologia celular ensinados na 2ª série do Ensino Médio

Conteúdo geral	Conteúdos específicos
<p><b>1º Bimestre - A organização celular da vida – Organização celular e funções vitais básicas</b></p>	<p><b>A organização celular da vida:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A organização celular como característica fundamental de todas as formas vivas</li> <li>• A organização e o funcionamento dos tipos básicos de células</li> </ul> <p><b>As funções vitais básicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O papel da membrana na interação entre célula e ambiente – tipos de transporte</li> <li>• Processos de obtenção de energia pelos seres vivos – fotossíntese e respiração celular</li> <li>• Mitose, mecanismo básico de reprodução celular</li> <li>• Cânceres, mitoses descontroladas</li> <li>• Prevenção contra o câncer e tecnologias de seu tratamento</li> </ul>

<p><b>2º Bimestre - Transmissão da vida e mecanismos de variabilidade genética – Variabilidade genética e hereditariedade</b></p>	<p><b>Mecanismos de variabilidade genética</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reprodução sexuada e processo meiótico</li> </ul> <p><b>Os fundamentos da hereditariedade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características hereditárias congênitas e adquiridas</li> <li>• Conceções pré-mendelianas e as leis de Mendel</li> <li>• Teoria cromossômica da herança</li> <li>• Determinação do sexo e herança ligada ao sexo</li> <li>• Cariótipo normal e alterações cromossômicas, como Down, Turner e Klinefelter</li> </ul> <p><b>Genética humana e saúde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos sanguíneos (ABO e Rh) – transfusões e incompatibilidade</li> <li>• Distúrbios metabólicos – albinismo e fenilcetonúria</li> <li>• Tecnologias na prevenção de doenças metabólicas</li> <li>• Transplantes e doenças autoimunes</li> <li>• Importância e acesso ao aconselhamento genético</li> </ul>
<p><b>3º Bimestre - DNA – A receita da vida e seu código</b></p>	<p><b>O DNA em ação – estrutura e atuação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrutura química do DNA</li> <li>• Modelo de duplicação do DNA e história de sua descoberta</li> <li>• RNA – a tradução da mensagem</li> <li>• Código genético e fabricação de proteínas</li> </ul>
<p><b>4 - DNA – Tecnologias de manipulação</b></p>	<p><b>Tecnologias de manipulação do DNA – Biotecnologia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologias de transferência do DNA – enzimas de restrição, vetores e clonagem molecular</li> <li>• Engenharia genética e produtos geneticamente modificados – alimentos, produtos médico-farmacêuticos, hormônios</li> <li>• Riscos e benefícios de produtos geneticamente modificados – a legislação brasileira</li> </ul>

**Tabela 1: Sistematização das principais respostas dos estudantes**

<b>Questões</b>	<b>Trechos das respostas dos entrevistados</b>	<b>Total*</b>	<b>% (≈)#</b>
<b>Questão 1</b> <b>Conteúdo</b> <b>mais</b> <b>lembrado</b>	“... A mitocôndria, Sistema de Golgi...”	312	90
	“... Membrana plasmática” “... Ribossomos...”		
	“... DNA – RNA e bases nitrogenadas”		
	“Eu não consigo me lembrar de nada da biologia celular”	21	6
	“Eu lembro de meiose e mitose”, “Eu lembro de fotossíntese... produz O <sub>2</sub> ”	9	2
	“As células formam tecidos e órgãos...”	7	2
<b>Questão 1</b>  <b>A</b> <b>importância</b> <b>para</b> <b>aprender</b> <b>célula</b>	“Esse conteúdo é importante para entender o corpo humano”	297	85
	“... é essencial para a pesquisa da cura de doenças, como o câncer”	17	5
	“Para entender a pesquisa de células tronco”		
	“Entender outros organismos: plantas e bactérias”	13	4
	“É importante para ampliar o nosso conhecimento”	11	3
	“Eu não acho isso importante”	7	2
	“Eu acho que é importante para a nossa preparação de conteúdos exigidos no vestibular”	4	1
<b>Questão 2</b>  <b>Ferramentas</b> <b>avaliativas</b>	“... provas com respostas livres (discursivas), múltipla escolha (objetivas) e trabalhos de pesquisa”	300	85
	“Meu professor usava diagramas/ilustrações nas questões das provas”	42	12
	“O professor usava questões de múltipla escolha”		“...questões
	“O professor usava questões de múltipla escolha (objetivas), apresentações orais de temas e resoluções de questões em grupos”	7	2
<b>Questão 3</b>  <b>Proposta dos</b> <b>exames</b>	“... testar e diagnosticar o que aprendemos”	298	85
	“Nos incentive a estudar e aprender sobre o tema...”	23	7
	“... uma preparação para o vestibular”	10	3
	“... incentiva a memorizar os conceitos que aprendemos”	9	3
	“O teste diagnostica o que aprendemos e o nos ajuda entender a célula”	6	2
	“Eu não sei”	3	1

\*: Número; #: Porcentagem.

**Tabela 1: Sistematização das principais respostas dos estudantes. Continuação**

Questões	Trechos das respostas dos entrevistados	Total*	% (≈)#
<b>Questão 4</b>	“As questões das provas não continham fenômenos biológicos...”	290	83
<b>Questões que contextualizam fenômenos biológicos - célula</b>	“As questões requiriam a reprodução dos conteúdos”		
	“... continha questões de exames vestibulares, os quais poderiam ser contextualizados ou não com fenômenos biológicos e/ou fatos do cotidiano”	23	7
	“... usava questões relacionadas às células do corpo humano, esquemas ou ilustrações de situações apresentada na aula anterior”	16	5
	“Eu não lembro” “Eu não sei”	13	4
	“Algmas questões continham temas sobre células tronco e cancer” “... interpretações de experimentos”	7	2
<b>Questão 5</b>	“Eu prefiro questões de múltipla escolha. Elas são mais rápidas pra fazer”	145	41
<b>Preferência - Ferramentas avaliativas</b>	“Eu prefiro questões discursivas”	120	34
	“Liberdade pra responder...”		
	“Eu prefiro ilustrações ou esquemas...”	28	8
	“Eu prefiro exames orais e trabalhos em grupos”	24	7
	“Eu prefiro atividades experimentais...”	21	6
	“Questões com exemplos simples do corpo humano...”	11	3

\*: Número; #: Porcentagem.

#### 4. Discussão

O processo de ensino e aprendizado dos conteúdos de biologia celular no ensino médio parece desvalorizar as atividades laboratoriais ou as práticas pedagógicas da sala de aula que incentivem a análise de dados experimentais de diferentes grupos de seres vivos. Nesta desvalorização, o corpo humano é o principal modelo real e vivo de organismo constituído de células. Este ponto de vista sobrevaloriza o humano em detrimento de outros seres vivos nas aulas de biologia celular. Flores; Tovar; Gallegos (2003) afirmaram que uma visão antropomórfica na sala de aula pode causar uma falta de compreensão dos conteúdos de biologia para outros grupos de seres vivos diferentes do ser humano, tais como plantas e bactérias.

Além da visão antropomórfica, os alunos conceituaram a célula de forma limitada e genérica e não conseguiram integrar os conteúdos de biologia celular com outros fenômenos e mecanismos biológicos. Essa desintegração é um diagnóstico do fraco entendimento dos conteúdos (LAZAROWITZ; PENSO, 1992; WILLIAM *et al.*, 2012; NEWMAN; CATAVERO; WRIGHT, 2012). Legey *et al.* (2012) disseram que a conceituação limitada ocorre em virtude de uma forma de ensino tradicional, que é, comumente, carente de aulas práticas e de abordagens didáticas diferenciadas. Trivelato (2005) afirmou que as práticas curriculares nas escolas são impregnadas pela abordagem mecanicista, ocasionando uma valorização da visão reducionista e

fragmentada. Certamente, esse tipo de visão prejudica a visão do todo, complexo e holístico e, conseqüentemente, o aluno não entende a relevância do conteúdo em uma abordagem contextualizada com os aspectos biológicos do seu cotidiano.

Santos; Gouvea; Franco (2015) mencionaram que a ausência de eixos temáticos integradores nos materiais didáticos de biologia e a prática docente que não agrega os conceitos e processos podem incentivar a aprendizagem de conteúdos fragmentados. Por outro lado, a proposta curricular do estado de São Paulo organiza os conteúdos de biologia celular em quatro temas (Quadro 2) que parecem incentivar mais a contextualização do que a compartimentalização de conteúdos não associados. Nessa proposta, temas da biologia celular são integrados com diferentes áreas da biologia, principalmente a genética, e contextualizados com temas da biotecnologia, como os transgênicos. Contudo, isso parece não evitar um ensino e aprendizado que sobrevaloriza a cobertura dos conceitos em detrimento daqueles que contextualiza processos biológicos, culminando na aprendizagem de conceitos fragmentados, os quais são afirmados pelos entrevistados dessa pesquisa.

As provas discursivas e objetivas são os principais instrumentos avaliativos utilizados nas escolas do ensino médio, inclusive nas aulas de biologia celular, que parecem sobrevalorizar a reprodução em vez da aprendizagem e a conexão dos conteúdos. Assim, a prova torna-se um processo formal, por meio do qual o aluno apenas almeja uma nota, ao invés de desenvolver interesse pela aprendizagem dos conteúdos (GIOKA, 2007). Luckesi (2011) afirmou que os exames avaliativos nas escolas do Brasil são mais usados para controlar o comportamento dos alunos e mensurar resultados do que para auxiliar na aquisição do conhecimento. Nesse sentido, a prova como instrumento de controle e mensuração ganha importância para o diagnóstico de conteúdos aprendidos, mostrando que o que realmente importa é a nota para dar continuidade aos estudos em vez do conhecimento como construção pessoal e poder de interferência no mundo (FREITAS, 2002). Em contrapartida, as análises de ilustrações e esquemas relacionadas à biologia celular foram diagnosticadas na minoria dos entrevistados. Brown (2003) mostrou que os alunos que criaram esquemas e mapas conceituais obtiveram maior efetividade na aprendizagem de conceitos de biologia do que aqueles que não criaram estes esquemas e mapas.

Os alunos preferiram as provas com perguntas objetivas, pois eles afirmaram que esse tipo de questão era mais rápido e mais fácil de resolver. Entretanto, este tipo de prova, apesar da objetividade e rapidez na sua resolução, pode exigir diferentes níveis de dificuldades cognitivas e criar diferentes situações no enunciado da questão integradas com os objetivos do processo de ensino e aprendizagem (OEI, 2013). Heyborne; Clark; Perrett (2011) analisaram os dois tipos de avaliação (objetivas e discursivas) em uma aula de laboratório, e mostraram que os dois tipos influenciam, de forma equivalente, a performance do estudante na aprendizagem dos conteúdos escolares.

A relevância de se ter perguntas nas provas que abordem problemas relacionados às experiências laboratoriais, mostra o interesse do aluno em aprender a ciência da biologia celular do modo como ela é praticada nos laboratórios. Çimeci (2012) também verificou este tipo de aspiração dos alunos. DiCarlo (2006) afirmou que a aprendizagem dos conteúdos de biologia celular deve ser abordada em aulas de laboratórios que incentivem a compreensão de como a ciência é produzida. Além



disso, o desenvolvimento de habilidades como o raciocínio e interpretação de dados experimentais são essenciais para a compreensão desses conteúdos (KITCHEN *et al.*, 2003; TARABAN *et al.*, 2007). Infelizmente, o ensino de biologia celular, dentro do currículo escolar de biologia parece não capacitar completamente o aluno para analisar o conhecimento produzido pelas pesquisas científicas (TRIVELATO, 1995).

A proposta de uma avaliação que auxilie na aprendizagem, integrando e contextualizando os conteúdos não é bem definida na proposta curricular do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010). Entretanto, essa proposta curricular parece ser complementar às Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNEM+ (BRASIL, 2002; 2006), as quais definem a avaliação não só como diagnóstico do ensino e aprendizado, mas também como promotora do entendimento dos conteúdos escolares e que pode auxiliar na aplicação desse entendimento nos aspectos da vida cotidiana do aluno. Em contrapartida, não foram analisados nessa pesquisa os cadernos de biologia do professor e do aluno, os quais influenciam as avaliações e o ensino e aprendizado de conteúdos escolares (MARIA; LOPES; TOMMASIELLO, 2015). Vale ressaltar que pesquisas futuras deverão procurar se esses cadernos, associados à prática pedagógica docente, incentivam a existência de uma avaliação mais preocupada em cobrar conteúdos memorizados e fragmentados do que aquela que incentiva o aluno a entender esses conceitos associados aos aspectos da vida e sociais.

Embora a contextualização dos conteúdos de biologia celular seja proposta na proposta curricular do estado de São Paulo, nos temas da biotecnologia e prevenção do câncer, a avaliação, mencionada por boa parte dos entrevistados, parece não contextualizar esses conteúdos com outros fenômenos biológicos da natureza ou fenômenos presentes no dia a dia do aluno. Santos e Cortelazzo (2013) afirmaram que essa contextualização nas atividades avaliativas pode contribuir para uma boa aprendizagem dos conteúdos de biologia celular. Certamente, os conteúdos da biologia celular, relacionados a outros fenômenos biológicos, auxiliam o aluno a entender os fenômenos da natureza ao seu redor, incentivando-o a aplicar esse entendimento à sua realidade. Consequentemente, outros conteúdos disciplinares do ensino médio, como a química, também serão utilizados em um entendimento interdisciplinar dos fenômenos biológicos que abordam a célula (NAGLE, 2013).

A contextualização e a integração dos temas em diferentes disciplinas são fatores importantes exigidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM+ (BRASIL, 2002). Pedrancini *et al.* (2007) afirmaram que a ineficiente contextualização e integração dos conteúdos de biologia com os temas de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) pode gerar equívocos na compreensão deles.

A compreensão da célula como um fenômeno biológico e presente em vários organismos é necessária para o ensino e aprendizagem da biologia celular. Seguramente este entendimento requer práticas pedagógicas diversificadas, por meio das quais o aluno não seja apenas passivo no processo ensino e aprendizagem (JIMENEZ-ALEIXANDRE; RODRIGUEZ; DUSCHL, 2000). Novas práticas educacionais, contrárias ao ensino tradicional, que exclusivamente incentivam a reprodução fragmentada de conceitos, vêm sendo abordadas em inúmeros trabalhos relacionados à biologia celular, como Ratcliff *et al.* (2014), que propuseram uma simulação da evolução de organismos unicelulares para multicelulares com

atividades experimentais, contribuindo para integrar os conceitos da célula em diferentes organismos.

Apesar das atividades educacionais praticadas em laboratório, que incentivam habilidades cognitivas, sejam bem efetivas no ensino e aprendizado da célula (KITCHEN *et al.*, 2003), elas não devem ser compreendidas como ações exclusivas do processo educacional. Tanto às aulas praticadas em laboratório, como as dialogadas e expositivas, devem promover a compreensão de conteúdos conectados, em que os estudantes são levados a entender conceitos particularizados e gerais (HAMZA; WICKMAN, 2013). Esse tipo de aprendizado do conteúdo de biologia celular auxiliará o aluno a saber que a célula é um fenômeno biológico crucial para a formação e para a sobrevivência de todo ser vivo.

O ensino médio brasileiro tem sido marcado pela falta de identidade, mas que nos últimos anos vem adquirindo funções de caráter propedêutico (MOEHLECKE, 2012). Ainda é incerto relacionar que essa ausência de identidade e de caráter propedêutico culmina na compartimentalização excessiva e desintegrada dos conteúdos escolares de biologia celular. Selles e Ferreira (2005) associaram a fragmentação dos conceitos com a multiplicidade dos objetivos das disciplinas escolares, que ora cobra o conhecimento teórico vinculado aos exames vestibulares e ora cobra conhecimento prático e técnico. Esses diferentes objetivos, associados com a falta de infraestrutura escolar e baixos salários dos profissionais da educação, mostram que o ensino médio brasileiro precisa de uma reformulação estrutural que promova o aprendizado efetivo de conteúdos e a criação de escolas bem equipadas com profissionais da educação e alunos comprometidos com esse aprendizado.

## **5. Considerações Finais**

Sobre os conteúdos escolares de biologia celular, notamos que os entrevistados pareciam mais valorizar o conhecimento teórico e abstrato, do que associar a valores e aspectos da vida cotidiano dos alunos. Essa valorização contribui na fragmentação e na fraca contextualização dos conceitos escolares.

A sobrevalorização do conhecimento teórico e abstrato, marcada pela fragmentação e fraca contextualização dos conteúdos escolares, dificilmente auxiliará o aluno a entender que a célula é um fenômeno biológico que ocorre em diferentes organismos e que é de extrema importância para a vida. A avaliação escolar pode contribuir na diminuição dessa sobrevalorização com questões que incentivam o interesse do aluno e a interpretação desse fenômeno biológico, integrando conceitos da fisiologia celular com a fisiologia dos sistemas do corpo do ser vivo.

## **Agradecimentos**

Agradeço ao programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Estrutural e o Departamento de Biologia Estrutural e Funcional (IB, UNICAMP). Também agradeço às escolas públicas estaduais, à secretaria estadual de São Paulo e aos estudantes entrevistados. Reconheço os comentários construtivos do Professor Dr. Maurício Papa Arruda.

## 6. Referências Bibliográficas

BARROS FILHO, J.; SILVA, D. Buscando um sistema de avaliação contínua. Ensino de eletrodinâmica no nível médio. **Ciências & Educação**, v. 8, p. 27-38, 2002.

BONZANINI, T. K. **Avanços recentes em Biologia celular e molecular, questões éticas implicadas e sua abordagem em aulas de Biologia no Ensino Médio: Um estudo de caso**. 2005. 178f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Bauru. 2005.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais, ciência da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: SEF, 2002. 58p. Disponível em: «<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>». Acessado em 23 de Março de 2016.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Orientações curriculares para o Ensino Médio, Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: SEF, 2006. Disponível em: «[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)». Acessado em 23 de Março de 2016.

BROWN, D. S. High School Biology: A group approach to concept mapping. **The American Biology Teacher**, v. 65, p. 192-197, 2003.

CRESWELL, J. W. **Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods**, Approaches, 2nd ed., Thousand Oaks, CA: Sage, 2003, 246 p.

ÇIMEI, A. What makes biology learning difficult and effective: Students' views. **Educational Research and Reviews**, v. 7, p. 61-71, 2012.

DICARLO, S. E. (2006). Cell biology should be taught as science is practiced. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, v. 7, p. 290-295, 2006.

FABRÍCIO, M. F. L.; JÓFILIZ, M. S.; SEMEN, L. S. M.; LEÃO, A. M. A. C. A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura. **Ensaio: Pesquisa em Educação e Ciências**, v. 8, p. 1-21, 2006

FLORES, F.; TOVAR, M. E.; GALLEGOS, L. Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. **International Journal Science Education**. v. 25, p. 269-286, 2003.

FREITAS, L. C. A internalização da exclusão. **Educação e Sociedade**, v.30, p. 301-327, 2002.

GIOKA, O. Assessment for learning in biology lessons. **Journal of Biological Education**, v. 41, p. 113-116, 2007.

- HAMZA, K. M.; WICKMAN, P. Supporting students' progression in science: Continuity between the particular, the contingent, and the general. **Science Education**, v. 97, p. 113-138, 2013.
- HEYDCAMP, W. H. Teaching cell biology: Changing the paradigm. **Bioscene**, v. 30, p. 17-19. 1998.
- HEYBORNE, W. H.; CLARK, J. A.; PERRETT, J. J. A comparison of two forms of assessment in an introductory biology laboratory course. **Journal of College Science Teaching**, v. 40, p. 28-31, 2011.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; RODRIGUEZ, A. B.; DUSCHL, R. A. "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. **Science Education**, v. 84, 757-792, 2000.
- KITCHEN, E.; BELL, J. D.; REEVE, S.; SUDWEEKS, R. R.; BRADSHAW, W. S. Teaching cell biology in the large-enrollment classroom: Methods to promote analytical thinking and assessment of their effectiveness. **Cell Biology Education**, v. 2, 180-194, 2003.
- LAZAROWITZ, R.; PENSO, S. High school students' difficulties in learning biology concepts. **Journal of Biological Education**, v. 26, 215-223, 1992.
- LEGEY, A. P.; CHAVES, R.; ABREU MÓL, A. C.; SPIEGEL, C. N.; BARBOSA, J. V.; COUTINHOS, C. M. L. M. Avaliação de saberes sobre célula apresentados por alunos ingressantes em cursos superiores da área biomédica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, p. 203-224, 2012.
- LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1999, 263 p.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: apontamentos sobre a pedagogia do exame**. In: \_\_\_\_ Avaliação da aprendizagem escolar, São Paulo: Cortez, Ed. 22, p. 17-27, 2011.
- MARIA, C. J.; LOPES, J. B.; TOMMASIELLO, M. G. C. 2015. Influência do "caderno de química em práticas de ensino em sala de aula". **Ciência & Educação**, v. 21, p. 329-349, 2015
- MOEHLECKE, S. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: Entre recorrências e novas inquietações. **Revista Brasileira de Educação**, v. 49, p. 39-58, 2012.
- NAGLE, B. Preparing high school students for the interdisciplinary nature of modern biology. **CBE - Life Sciences Education**, v. 12, p. 144-147, 2013.
- NEWMAN, D. L.; CATAVERO, C. M.; WRIGHT, L. K. Students fail to transfer knowledge of chromosome structure to topics pertaining to cell division. **CBE - Life Sciences Education**, v. 11, p. 425-36, 2012.
- ODOM, A. L.; KELLY, P. V. Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students. **Science Education**, v. 85, p. 615-635, 2000
- OEI, D. **Investigating multiple-choice assessment: Secondary school teachers' perceptions and practices**. 2013. 183f. Submitted in partial fulfillment of the

requirements for the degree of Master of Education. Faculty of Education, Brock University St. Catharines, Ontario. 2013.

PALMERO, M. L. R.; MOREIRA, M. A. Modelos mentales vs Esquemas de Célula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, p. 77-103, 2002.

PALMERO, M. L. R. La célula vista por el alumnado. **Ciencia & Educação**, v. 9, p. 229-246, 2003.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, p. 299-309, 2007.

POZZER, L. L., ROTH, W. Prevalence, function and structure of photographs in high school biology textbooks. **Journal of research in science teaching**, v. 40, p. 1089-1114. 2003.

QUILLIN, K.; THOMAS, S. Drawing-to-learn: A framework for using drawings to promote model-based reasoning in biology. **CBE Life science education**, v. 14, p. 1-16, 2015.

RATLIFF, W. C.; RANEY, A.; WESTREICH, S.; COTNER, S. (2014) A novel laboratory activity for teaching about the evolution of multicellularity. **The American Biology Teacher**, v. 76, p. 81-87, 2014

SANTOS, J. S.; CORTELAZZO, A. L. Os conteúdos de biologia celular no exame nacional do ensino médio ENEM. **RAIES Avaliação**, v. 18, p. 591-612, 2013.

SANTOS, F. D.; SILVA, A. F. G.; FRANCO, F. F. 110 anos após a hipótese de Sutton-Boveri: a teoria cromossômica da herança é compreendida pelos estudantes brasileiros? **Ciência & Educação**, v. 21, p. 977-989, 2015.

SÃO PAULO, ESTADO. Secretaria Estadual de Educação de São Paulo. **Currículo do Estado de São Paulo, Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Biologia**. São Paulo: SEE, 2010.

Disponível em:

«<http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portals/43/Files/CNST.pdf>».

Acessado em 23 de Março de 2016.

SELLES, S. E., FERREIRA, M. S. **Disciplina escolar biologia: Entre a retórica unificadora e as questões sociais**. In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. R. Ensino de biologia: Conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Eduff pp 50-62, 2005.

SESLI, E.; KARA, Y. Development and application of two-tier multiple-choice diagnostic test for high school students' understanding of cell division and reproduction. **Journal of Biological Education**, v. 46, p. 214-225, 2012.

STERN, L.; AHLGREN, A. (2002). Analysis of students' assessments in middle school curriculum materials: Aiming precisely at benchmarks and standards. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, p. 889-910, 2012.

STERN, L. (2004). Effective assessment: probing students' understanding of natural selection. **Journal of biological Education**, v. 39, p. 12-17, 2004

STOCKDALE, D. (1998). The giant cell. **The American Biology Teacher**, v. 60, p. 672-676. 1998.

TARABAN, R.; BOX, C.; MYERS, R.; POLLARD, R., BOWEN, C. W. Effects of active-learning experiences on achievement, attitudes, and behaviors in high school biology. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, p. 960-979, 2007.

TRIVELATO, S. L. F. **Ensino de ciências e movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Coletânea da 3ª Escola de verão para professores de prática de ensino física, química e biologia, p. 122-130, 1995.

TRIVELATO, S. L. F. **Que corpo / ser humano habita nossas escolas?** In: In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. R. Ensino de biologia: Conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Eduff pp 121-130, 2005.

VLAARDINGERBROEK, B.; TAYLOR, N.; BALE, C. (2013). The problem of scale in the interpretation of pictorial representations of cell structure. **Journal of Biological Education**, v. 47, p. 1-9, 2013.

XAVIER, M. C. F; SÁ FREIRE, A.; MORAES, M. O. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Ciências & Educação**, v. 12, p. 275-289, 2006.

WILLIAM, M.; DEBAGER, A. H.; MONTEGOMERY, B. L.; ZHOU, X.; TATE, E. Exploring Middle School Students' Conceptions of the Relationship Between Genetic Inheritance and Cell Division. **Science Education**, v. 6, p. 78-103, 2012.