

A relação célula-membrana no ensino de Biologia Celular: interpretações de estudantes do ensino médio frente a modelos explicativos distintos

Relation between cell and cell membrane on Cellular Biology teaching: High School students' interpretations face to different explicative models

Allison Vargas

Universidade Presbiteriana Mackenzie
allisonvargas@outlook.com.br

Jennifer Caroline de Sousa

Universidade de São Paulo
jennifercsousa@usp.br

Magda Medhat Pechliye

Universidade Presbiteriana Mackenzie
magda.pechliye@mackenzie.br

Resumo

A vida é definida por uma lista de propriedades e características, a qual tem sido criticada por seu viés essencialista e fragmentado. Entretanto, na Biologia contemporânea, outras concepções a tem compreendido como um fenômeno sistêmico e complexo. Considerando a importância de apresentar esse debate em aulas de Biologia, objetivamos analisar as interpretações de alunos frente a modelos explicativos distintos da relação célula-membrana e suas implicações. Apresentamos a estudantes do Ensino Médio duas descrições sobre membrana celular, a) como limite entre a célula e seu meio e b) como parte da rede metabólica. Propusemos a tarefa de ilustração de ambas e a escolha de apenas uma delas, devendo-se justificá-la como modelo coerente. Mais de 80% das respostas selecionaram a primeira representação, o que indica a retomada do modelo de membrana tradicionalmente aprendido. Avaliamos a necessidade da contemplação de diferentes perspectivas que possibilitem a discussão sobre a natureza cambiante do conhecimento científico.

Palavras chave: ensino de biologia, complexidade, célula, membrana plasmática, autopoiese.

Abstract

Life is defined by a list of properties and characteristics which had been criticizing by its essential and fragmented view. However, the contemporary Biology has understood the living

as a systemic and complex phenomenon. Considering the importance of showing that debate in Biology's class, to analyze students' interpretations about the relation existing between cell and plasma membrane from two different models, we presented to High School's students two specifications of cell membrane, a) as an edge between the cell and its medium and b) as part of metabolic web. We proposed them the task of illustration of both and the choice of only one as coherent model, which should be justified. Over 80% of the answers selected the first one, which indicates the resumption of the membrane cell model traditionally learned. We evaluate to be necessary contemplating different viewpoints that allow the discussion about the changing nature of scientific knowledge.

Key words: biology teaching, complexity, cell, cell membrane, autopoiesis.

Introdução

O fenômeno biológico, a partir da tentativa de sua definição, gera uma classificação dicotômica dos objetos e manifestações existentes: o grupo dos seres vivos e o dos não vivos. Todavia, desde a sua institucionalização enquanto campo científico independente, a Biologia ancorou-se em uma perspectiva essencialista, a qual busca definir algo enquadrando-o como membro de uma classe. Esse pertencimento, por sua vez, se dá “*se e somente se* compartilha com os outros membros um conjunto permanente de propriedades essenciais, que podem ser listadas e verificadas” (EMMECHE; EL-HANI, 2000, p. 33).

Com isso, surge a dúvida sobre quantas e quais propriedades devem ser consideradas para se definir o que é o vivo. Ademais, frente à elaboração de distintas listas por autores como J. Monod, C. De Duve e E. Mayr, cuja seleção das condições suficientes e imprescindíveis para a vida se deu de forma independente entre eles, é razoável que se aventem questionamentos acerca da relatividade e insuficiência dessas listas, pois não é possível eleger a mais “correta” ou sequer estabelecer onde terminam, visto que se mostram incapazes de abarcar todas as características observadas na pluralidade das formas de vida. (EMMECHE; EL-HANI, 2000; MATURANA; VARELA, 2001). Ainda, Andrade e Silva (2003) acrescentam que o fato de sistemas complexos não vivos compartilharem com os seres vivos uma ou mais características normalmente elencadas nessas listas, contribui para que essas sejam invalidadas.

Por outro lado, sob a ótica da complexidade, os organismos vivos como são tidos como sistêmicos e complexos, nos quais se reconhecem suas mútuas interações como precedentes para a compreensão organizacional dessa classe (CAPRA, 2006). A Biologia do Conhecer, uma teoria desenvolvida a partir de estudos dos neurobiólogos chilenos Humberto e Francisco Varela entre as décadas de 1960 e 1970, propõe como peculiaridade da vida a sua organização autopoietica, especificidade invariante que lhe permite sustentar uma rede de reações moleculares que regeneram continuamente os componentes que integram tais reações, delimitando a unidade autopoietica fundamental – a célula – espacial e funcionalmente (MATURANA; VARELA, 2001). Assim, o sistema autopoietico, por ser autônomo, é fechado em relação à sua dinâmica e aberto para o fluxo de energia, matéria e informação, existindo a partir da interação entre seus componentes e destes com o seu meio. No entanto, para assumir a autopoiese como característica da fenomenologia viva, é necessário admitir postulados do paradigma da complexidade, os quais pressupõem que a vida opera longe do equilíbrio e que sua ação cognitiva se dá como compensação a tal desordem (MATURANA; VARELA, 2002).

Embora hoje o conhecimento biológico se aproxime cada vez mais de um pensamento complexo (MORIN, 2015) e adote um pensamento sistêmico para seus estudos e suas

definições, a vida ainda é abordada sob uma perspectiva mecanicista e reducionista no ensino de Biologia. Também a negligência da discussão sobre a pluralidade de compreensões existentes para um mesmo conceito na Ciência compromete o desvendamento da natureza do conhecimento científico e, conseqüentemente, interfere no processo de alfabetização científica (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007). Palma (2009) acredita que o ensino de Biologia deva apresentar a Ciência como um processo que conta com contradições e divergências, a fim de que possa ser entendida como produtora de modelos explicativos (EL-HANI, 2010).

Observa-se, entretanto, que a tendência à fragmentação e ao reducionismo não se limita ao problema da caracterização geral dos seres vivos, mas está presente no ensino de Biologia como um todo. No estudo da célula, por exemplo, geralmente se debruça sobre a estrutura e função de seus componentes, a começar pela membrana plasmática, cuja caracterização segue três grandes etapas: a) estudo do comportamento dos lipídeos na água, b) estudo das características estruturais estáticas e c) dos aspectos dinâmicos da membrana (JOGLAR, 2011). Dessa forma, a membrana plasmática é conceituada sob o ponto de vista de sua composição bioquímica e de sua função como barreira protetora que limita a célula e permite a entrada e saída de nutrientes de forma seletiva. Pouca ou nenhuma ênfase é dada ao fato de essa estrutura ser, concomitantemente, um partícipe ativo no metabolismo celular e uma condição fundamental para a existência desse metabolismo, sem a qual a célula jamais se teria feito uma entidade distinta do meio, evento imprescindível para o surgimento da vida celular (CAPRA, 2006; MATURANA; VARELA, 2001).

Considerando a necessidade de fazer compreender que na Ciência é possível haver divergência de explicações para um mesmo fenômeno e assumindo que a teoria da Biologia do Conhecer, sabidamente orientada por uma perspectiva complexa, possa favorecer uma leitura menos fragmentada e estática da dinâmica celular, nos propusemos a discutir sobre a relação célula-membrana com estudantes do Ensino Médio confrontando-os com dois modelos explicativos distintos. Nosso intuito foi analisar as interpretações dos estudantes acerca dessas concepções e problematizar as implicações dessas para o ensino de Biologia.

Procedimentos metodológicos

De natureza exploratória e qualitativa, o presente trabalho contou com a proposição de uma atividade a estudantes do 3º ano do Ensino Médio, na qual se apresentava dois modelos distintos de relação entre célula-membrana. Solicitamos que ilustrassem ambos e, em seguida, escolhessem o modelo de explicação com o qual expressavam concordância. Abaixo, transcrevemos o enunciado da atividade proposta:

1. Representar, com legenda, dois modelos de células a partir das seguintes descrições:

Modelo A - Nos materiais didáticos de Biologia, geralmente, a membrana celular é representada como o limite entre a célula e o meio externo, estabelecendo-se, portanto, como um tipo de barreira. Dentre suas funções, estão o controle da entrada e saída de vários componentes (por exemplo, nutrientes) e a proteção contra possíveis agentes invasores (bactérias e vírus).

Modelo B - Há outra ideia de que a membrana não apenas é componente que contorna e dá forma à célula, mas que está interligada com toda essa célula, sempre em movimento, alcançando do interior até a região mais superficial. Dessa forma, a membrana não seria somente uma estrutura produzida, mas também um componente da própria célula. Além

disso, ela deixa de ser um tipo de “porta” e o que ocorre entre a célula e o que está externo a ela são interações mútuas, ou seja, a célula influencia o meio e o meio a influencia.

2. Responder à pergunta “Com qual das duas descrições você concorda e por quê?”

Feita a coleta das respostas, procedemos com a triagem das mesmas, tomando como critérios de inclusão a resolução completa da atividade e a pertinência das respostas em relação às comandas da atividade. Aquelas que não respeitaram tais critérios foram descartadas.

Como metodologia de análise, empregamos a Análise de conteúdo (BARDIN, 1977), que permite a compreensão de conteúdos simbólicos relativos às condições de produção/recepção dessas mensagens (LÜDKE; ANDRÉ, 2015). Após a leitura das unidades de análise (respostas dos estudantes), passamos ao processo de categorização e, por fim, à discussão dos resultados.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO DA CATEGORIA
Reprodução	Refere-se à reiteração daquilo que foi aprendido em momento anterior. Isto é, a escolha do modelo de relação célula-membrana se sustenta sob o argumento de que o “correto” é o que já visto em aulas precedentes.
Aceitação	Refere-se à expressão de crença no modelo. Entretanto, não explicita um fundamento para tal ou assume a própria descrição do modelo dada pela atividade como fonte de justificativa. O modelo escolhido apresenta, em certa medida, um caráter inquestionável.
Compreensão	Refere-se à eleição do modelo cuja descrição dada pela atividade é inteligível, segundo o ponto de vista do estudante. A escolha do modelo está associada àquilo que se compreende dele.
Negação	Refere-se à escolha de um modelo por oposição ao outro. O argumento, dessa forma, se sustenta na filiação imediata à descrição de um modelo pela pronta negação daquilo que se descreve para o outro modelo.

Quadro 1: Descrições das Categorias

Resultados

Nossa análise contemplou um total de 24 respostas. Dentre elas, 20 expressam concordância com o modelo A, as quais foram categorizadas em “Reprodução” (7), “Aceitação” (8), “Compreensão” (4) e “Negação” (1). As 4 respostas restantes concordaram com a descrição do modelo B, sendo enquadradas em “Aceitação” (2) e “Compreensão” (2).

CATEGORIA	UNIDADE DE ANÁLISE / EXEMPLO	
	Modelo A	Modelo B
Reprodução	"A questão A me lembra mais as aulas talvez por isso penso que é 'correta', mas não é a certeza...".	--
Aceitação	"A célula A porque é mais convincente".	"Eu concordo com a segunda (B), pois eu acho que a membrana não é somente um protetor da célula, mas também faz parte dela".

Compreensão	"Eu prefiro a célula (A), porque ela dá mais dicas para conseguir resolver a atividade, porém a célula (B) está mais difícil para expressá-la".	"Eu concordo com a B porque deu mais detalhes e informações sobre a figura".
Negação	"Eu concordo com a descrição A, pois não acredito que a membrana é um componente da própria célula."	--

Quadro 2: Categorização das respostas à questão “Com qual das duas descrições você concorda e por quê?”

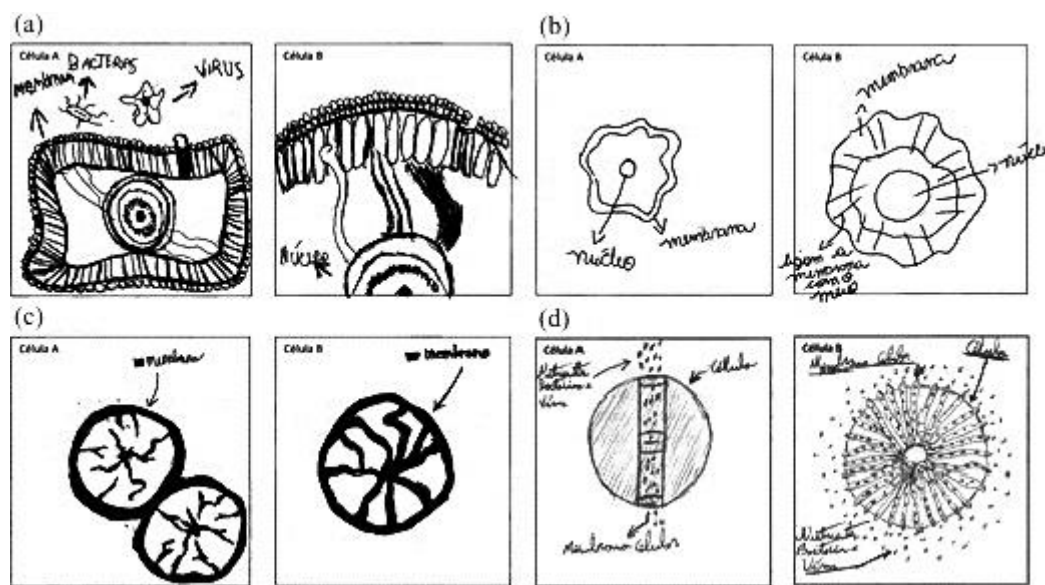


Figura 1. Representações dos modelos de células A e B pelos estudantes 33 (a), 17 (b), 06 (c) e 05 (d)

Discussão

O uso do padrão sistêmico de organização tem sido sugerido como forma de delimitação do vivo desde o século XIX, quando Schwann e Shleiden fundam a teoria celular. Esses, em oposição ao mecanicismo e ao vitalismo, propõem que a diferença da vida e da não-vida se dá pelo modo que se configura a matéria (PRESTES, 1997). Entretanto, no século XX, Maturana e Varela retomam a ideia da vida como um fenômeno de organização peculiar quando a concebem como uma organização autopoietica (MATURANA; VARELA, 2002). Não obstante, ainda é predominante nas aulas de biologia celular a caracterização da célula a partir da descrição de suas organelas e respectivas funções (BARRUTÍA et al., 2002). Por conseguinte, a membrana plasmática também é descrita fundamentalmente em termos estruturais e espaciais, obscurecendo sua dinamicidade, característica essa sem a qual a vida não existiria tal como a conhecemos (MATURANA; VARELA, 2002).

Maturana (2002) argumenta que a explicação de um fenômeno só é validada como tal quando aceita pelo enunciário. Nesse sentido, consideramos que, no presente trabalho, a justificativa para a escolha de um modelo celular em detrimento de outro pode evidenciar o que foi ou não admitido como uma explicação científica. No contexto do ensino de Biologia, bem como das ciências naturais em geral, isso também se relaciona diretamente à postura docente, que pode impelir a atribuição das explicações científicas como universalmente verdadeiras e temporalmente absolutas (BARRUTÍA et al. 2002), não dando espaço à valoração do ensino e do questionamento do processo de fabricação da Ciência (PALMA,

2009). Com base nessa reflexão, consideramos que isso justifica, ao menos em parte, a prevalência da escolha do modelo A apresentado na atividade.

Os estudantes cujas respostas foram enquadradas na categoria "Reprodução" respaldaram seus argumentos naquilo que fora ensinado pelo professor em momento anterior. Avaliamos que essa retomada expressa, em alguma medida, um movimento passivo de concordância, pois o professor ainda é tido como uma figura detentora do conhecimento. Ao comparar as concepções de alunos do Ensino Médio e Superior sobre membrana plasmática, Barrutía et al. (2002) discutem que a similaridade apresentada entre elas evidencia que dificilmente as perspectivas se modificam mesmo estando os alunos em níveis de escolaridade distintos. A visão da membrana celular como barreira que cerca a célula se mantém, atenuando o fato de que ela possibilita a existência da identidade viva dos organismos (CAPRA, 2006).

As respostas da categoria "Aceitação", ainda que tenham expressado uma postura mais ativa do estudante em relação à escolha do modelo, não desenvolveram a justificativa para além da concordância com o que estava apresentado na descrição do modelo, o que nos leva a crer que o desenvolvimento de habilidades argumentativas seja um aspecto a ser enfatizado em aulas de Biologia. Na categoria "Compreensão", observamos que as justificativas para eleição de um modelo ou outro se basearam no entendimento da descrição do modelo, o que pode revelar a fragilidade na elaboração e validação da atividade realizada pelos autores deste estudo.

Por fim, na categoria "Negação", observamos que a renúncia ao modelo B se deu sob a alegação de que a membrana, de fato, não fazia parte da célula. Isso pode indicar as consequências da fragmentação do ensino, perspectiva esta também presente na pesquisa em Biologia, como demonstra o estudo de Silva et al. (2015), que avaliou de forma negativa o fato de os estudantes de Ciências não conseguirem representar a membrana plasmática de forma isolada, mas somente como componente celular. É necessário salientar, no entanto, que a presença da analogia "membrana como barreira" no enunciado do modelo A pode ter influenciado a escolha dos modelos, visto que metáforas são empregadas como facilitadores da compreensão conceitual, mas podem atuar também como obstáculos epistemológicos (ANDRADE et al., 2002).

Em contrapartida, o modelo B foi escolhido pela minoria dos estudantes. Interpretamos que o distanciamento de uma perspectiva complexa sobre o fenômeno biológico provocou o estranhamento e, conseqüentemente, a não eleição desse modelo de relação célula-membrana como uma possibilidade. No entanto, ao analisarmos as ilustrações, observamos que alguns estudantes que haviam optado pelo modelo A desenharam o modelo B (Figura 1, estudantes 33 e 17) de maneira semelhante aos estudantes que concordaram com o modelo B (Figura 1, estudantes 06 e 05). Dessa forma, sustentamos que a investimento sobre as representações gráficas das células sob uma perspectiva integrativa poderiam contribuir para uma leitura mais dinâmica da interação entre célula e membrana celular.

Conclusões

O debate em sala de aula a respeito das diferentes visões sobre um mesmo conceito científico, além de auxiliar a construção de uma visão de Ciência não dogmática, pode favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico acerca dos conteúdos estudados. Neste trabalho, utilizamos como pano de fundo a discussão sobre a relação célula-membrana, com vistas a enaltecer a complexidade do fenômeno biológico, cuja perspectiva tem ganhado cada vez mais expressão na ciência e filosofia contemporâneas.

Referências bibliográficas

- ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. 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. 182-192, 2000.
- ANDRADE, L. A. B.; SILVA, E. P. O que é vida? **Ciência Hoje**, v. 32, n. 191, p. 16-23, 2003.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARRUTIA, M. S. G.; ARTACHO, C. J.; DÍAZ, J. F.; PEREZ, J. F.; REDONDO, B.T. Evolución de conceptos relacionados con la estructura y función de membranas celulares en alumnos de Enseñanza Secundaria y Universidad. **Anales de Biología**, n. 24, p. 201-207, 2002.
- CAPRA, F. **As conexões ocultas: Ciência para uma vida sustentável**. 5. ed. São Paulo, Cultrix: 2006.
- EL-HANI, C. N. **A Ciência fala do real?** Palestra proferida no Café Científico, Salvador (Bahia), ago. 2010. YouTube. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XW3J- eoQJDg>>. Acesso em 03 set. 2018.
- EMMECHE, C.; EL-HANI, C. N. Definindo Vida. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. **O que é vida?** Para entender a Biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000. p. 31-55.
- JOGLAR, C.; MARIO, Q.; RAVANAL, E.; BRUNSTEIN, J. El desarrollo histórico del modelo científico de membrana plasmática: perspectivas didácticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 8., 2011., Campinas. **Anais eletrônicos...** Campinas: Unicamp, 2011. p. 1-12. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viii/enpec/resumos/R0224-1.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2018.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2015.
- MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. 9. ed. São Paulo: Palas Athena, 2001.
- MATURANA, H.; VARELA, F. **De máquinas e seres vivos: autopoiese – a organização do vivo**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2015.
- PALMA, H. A. **Metáforas e modelos científicos: a linguagem no ensino das ciências**. São Paulo: Edições SM, 2009.
- PRESTES, M. E. B. **Teoria celular: de Hooke a Schwann**. São Paulo: Scipione, 1997.
- SILVA, D. G.; BEZERRA, E. J.; SOUZA JÚNIOR, A. S.; MELO, S. W. S.; NEVES, R. F. O conceito de membrana plasmática: entre as concepções dos estudantes e dos livros didáticos. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 2., 2015, Campina Grande. **Anais...** São José: Realize, 2015. p. 1-10.