



Quando as “borboletas” se camuflam: situando conceitos sobre mutação e seleção natural

G. Orsolon-Souza^a, L. C. F. Machado^b

^a Docente de Biologia, CEFET/RJ, *Campus Valença*, Rio de Janeiro, Brasil.

^b UFRRJ; Depto. de Educação e Sociedade; Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.

ARTICLE INFO

Recebido: 15 de agosto de 2019

Aceito: 20 de setembro de 2019

Disponível on-line: 6 de junho de 2020

Palavras chave: ensino de biologia, aprendizagem, sociointeracionismo.

E-mail:

^aguilhermeorsolon@gmail.com;

guilherme.souza@cefet-rj.br

^bligia.machado@terra.com.br

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.

All rights reserved

ABSTRACT

This work emerges as an investigation about teacher's difficulty in integrating curricular contents to a most significant learning processes for students in a Biology classroom. Thus, a socio-interactionist perspective of learning is assumed considering that the construction of knowledge occurs due to the students' commitment in social and cultural activities intermediated by the other and by the language as proposed by Vigotsky (2001). In this study, an interactive sequence, extracted from a Biology class where concepts of mutation and natural selection were discussed, is analyzed to show how students mobilized their knowledge in a process of collective construction of biological meanings. We used an analytical matrix inspired by Mortimer et al. (2007) that allowed to differentiate epistemic practices performed by the students during the process of signification (Machado, 2007). Results evidenced the relevance of the use of simulation as a simplified practical activity because it provided the construction of an important space for learning as a process of (re) signification, articulating thought, language and experience. The students showed signs of intellectual progress (Engle & Conant, 2002) to (re) organize their ideas generating new meanings that guaranteed some understanding about the object of study. In this sense, it is relevant to consider the specific conditions such as a Biology classroom for construction of meanings. The teacher as a mediator may propose practical activities such as simulation to promote dialog spaces so that more meaningful learning processes take place at the same time as it approaches the mandatory curricular contents of Biology.

Este trabalho emerge como uma investigação acerca da dificuldade do professor em integrar conteúdos curriculares de Biologia a processos de aprendizagem mais significativos para o discente em sala de aula. Assim, assume-se uma perspectiva sociointeracionista de aprendizagem considerando que a construção de conhecimento ocorre pelo comprometimento dos discentes em atividades sociais e culturais intermediadas pelo outro e pela linguagem como propõe Vigotsky (2001). Neste estudo, analisa-se uma sequência interativa extraída de uma aula de Biologia sobre os conceitos de mutação e seleção natural, para evidenciar como os discentes mobilizavam seus conhecimentos em um processo de construção coletiva de significados biológicos. Utilizou-se uma matriz analítica inspirada em Mortimer et al. (2007) que permitiu diferenciar práticas epistêmicas realizadas durante este processo de significação pelos discentes (Machado, 2007). Resultados evidenciaram a relevância do uso da simulação enquanto uma atividade prática simplificada porque proporcionou a construção de um espaço importante para aprendizagem como um processo de (re)significação, articulando pensamento, linguagem e experiência. Os discentes demonstraram indícios de progressos intelectuais (Engle & Conant, 2002) ao (re)organizarem suas ideias gerando novos significados que garantiram algum entendimento sobre o objeto de estudo. Neste sentido, é relevante considerar as condições específicas como as de uma sala de aula de Biologia para a construção de significados. O docente como co-construtor e mediador pode propor atividades práticas como a simulação, para promover espaços dialógicos de modo que processos de aprendizagem mais significativos tomem lugar ao mesmo tempo em que aborda os conteúdos curriculares obrigatórios de Biologia.

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho surge de um processo investigativo que vem sendo construído na sala de aula de Biologia do ensino médio. A dificuldade e o pouco interesse dos discentes em relacionar conceitos, processos e fenômenos biológicos trabalhados na disciplina Biologia com situações reais foram os principais motivadores. Esta dificuldade discente é recorrente como relatado por Pozo & Gómez Crespo (2009):

Essa perda de sentido do conhecimento científico não só limita sua utilidade ou aplicabilidade por parte dos alunos, mas também seu interesse ou relevância. De fato, como consequência do ensino recebido os alunos adotam atitudes inadequadas ou mesmo incompatíveis com os próprios fins da ciência, que se traduzem sobretudo em uma falta de motivação ou interesse pela aprendizagem desta disciplina, além de escassa valorização de seus saberes [...] (Pozo & Gómez Crespo, 2009, p. 17).

A exemplo disto temos para o currículo obrigatório do ensino médio o tópico Evolução que trata das principais teorias evolutivas, conceitos sobre mutação, seleção natural, adaptação entre outros. Este tópico também vem sendo registrado na literatura científica como de grande resistência e dificuldade de aprendizagem por parte dos discentes, principalmente pelo seu caráter subjetivo e abstrato (Galvão et al., 2012; Pergoraro *et al.*, 2016; Ferreira & Silva, 2017). Contudo, a evolução biológica é “*o conceito central e integrador*” de todos os fenômenos e processos biológicos, ou seja, só é possível compreender a vida se os processos evolutivos também são apreendidos (Futuyma, 1992, p. 16).

Dessa forma, o maior problema que viemos enfrentando em uma sala de aula é como integrar os conteúdos curriculares de Biologia do ensino médio ao mesmo tempo que se promove processos de aprendizagem mais relevantes. Para responder este questionamento assumiremos que promover uma compreensão integrada dos discentes está diretamente relacionada a considerarmos suas ideias e conectá-las a atividades e a contexto relevantes de aprendizagem. Dessa forma, permitir que os discentes estabeleçam relações mais significativas entre atividades, contextos e os novos conhecimentos (Moreira, 2011; Gámez *et al.*, 2015).

Temos a escola ou o espaço escolar como local de convergência entre os atores envolvidos no processo de aprendizagem, ou seja, entre professores e alunos, entre alunos e currículos e materiais de ensino, e também a processos formativos que promovem ao docente alguma compreensão sobre “*como as práticas de ensino de biologia se articulam com os diversos elementos sócio-históricos que as constituem.*” (Marandino; Selles & Ferreira, 2009, p. 23). Consideraremos também que o processo de aprendizagem irá ocorrer quando há interação entre os discentes e destes com o objeto de estudo por meio de práticas disciplinares específicas, ou de acordo com Engle & Conant (2002), através do “engajamento disciplinar produtivo”. Ainda segundo estes autores, será através das construções de argumentos mais elaborados, da associação entre ideias e conceitos e/ou através de um planejamento também mais elaborado para atingir objetivos previamente estabelecidos que os discentes vão dando sinais de “progressos intelectuais”.

Para tanto vamos situar a sala de aula sob uma perspectiva sociointeracionista como definida por Vygotsky (2001), ou seja, como um espaço dialógico onde o conhecimento irá interagir através do comprometimento dos discentes em atividades sociais e culturais intermediadas pelo outro e pela linguagem. Assim, é importante que o docente parta do conhecimento que é trazido pelos discentes para o espaço da sala de aula, promovendo discussões sobre o objeto estudado e para que o desejo de encontrar explicações seja estimulado, independentemente do recurso didático utilizado para se observar dado fenômeno ou processo biológico (Krasilchik, 2016).

A partir do cenário apresentado, este estudo objetiva analisar uma sequência interativa retirada de uma aula de Biologia que pretendia introduzir, a partir dos conteúdos curriculares sobre Evolução, conceitos sobre mutação e seleção natural, com a finalidade de examinar como os discentes mobilizam seus conhecimentos em um processo de construção coletiva de significados de natureza biológica-evolutiva.

II. METODOLOGIA

O presente trabalho situa-se em um referencial teórico-metodológico qualitativo e caracteriza-se como um relato de experiência realizado com duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio/Técnico (em Alimentos e em Química), totalizando 15 alunos do Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, situado em Valença, RJ, Brasil. Os dados que serão analisados aqui foram coletados em setembro de 2017 durante as aulas de Biologia. Utilizou-se uma unidade de ensino denominada “Evolução” que ao longo de um bimestre articulava os principais conceitos e comparações entre as teorias evolutivas, seleção natural e artificial, seleção natural e deriva gênica, dinâmica populacional e extinção através de textos básicos e específicos, imagens, esquemas e fotos comparativas.

Para registrar as percepções dos discentes, o docente utilizou uma atividade que pretendia introduzir conceitos sobre a mutação e a seleção natural de forma prática. Esta atividade foi simplificada e adaptada de Mori; Miyaki & Arias (2009). Assim, tratava de duas simulações para se observar a pressão da seleção natural entre pares de indivíduos normais e mutantes. Consideraremos que atividades de simulação quando usadas para “*designar uma modalidade didática, refere-se a atividades em que os participantes são envolvidos numa situação problemática com relação à qual devem tomar decisões e prever suas consequências*” (Krasilchik, 2016, p. 92). Então, a proposta da atividade de simulação seguiu os passos abaixo:

I- Os indivíduos foram caracterizados por cores diferentes (fenótipos), sendo uma cor representativa do genótipo normal (fenótipo branco) e outra cor do genótipo mutante (fenótipo vermelho).

II- Foi estabelecido que a capacidade de suporte do ambiente era para apenas cinco indivíduos em cada geração.

III- O genótipo mutante apareceu aleatoriamente na reprodução da primeira geração, inicialmente composta por cinco indivíduos normais. Assim, após a reprodução, formou-se uma população composta por nove indivíduos normais e um mutante.

IV- O lançar de um dado com seis faces caracterizou a pressão da seleção natural; primeira simulação (chances iguais de sobrevivência para ambos os genótipos): as faces de 1 a 3 promoveram a sobrevivência do genótipo normal, enquanto que as faces de 4 a 6 a sobrevivência do genótipo mutante; segunda simulação (maiores chances de sobrevivência para o genótipo mutante): as faces 1 a 2 promoveram a sobrevivência do genótipo normal e as faces 3 a 6 a sobrevivência do genótipo mutante;

V- A partir daí, para a formação de uma nova geração era necessário parear indivíduos normais com mutantes simulando a competição entre eles para, então, lançar o dado e formar a próxima geração¹. Não era necessário o lançamento do dado para pares de indivíduos normais ou mutantes (caso atingissem grande número de indivíduos), apenas excluía-se um deles seguindo a capacidade de suporte do ambiente (Figura 1).

VI- Os resultados foram registrados em um quadro com até cinco gerações.

VII- Paralelamente, questionamentos indutores de diálogos foram sendo utilizados pelo docente.

Para fins de organização e análise de dados, um quadro analítico foi construído que se encarrega de demonstrar categorias tais como: o tema, o conteúdo do discurso do docente, as interações e a abordagem de comunicação realizadas

¹ Nota-se que havia a possibilidade de o genótipo mutante ser excluído durante a formação da segunda geração. Considerou-se que este resultado não era impeditivo, também promovia questionamentos acerca o processo evolutivo que se pretendia trabalhar.

durante a aula. Este quadro delimita os episódios ou as sequências interativas que são apresentadas através de turnos enumerados, os quais constituem as menores unidades de análise. Dessa forma é possível diferenciar movimentos ou práticas epistêmicas realizadas durante o processo de significação elaborados em conjunto pelos discentes (inspirada a partir de Mortiner et. al., 2007).

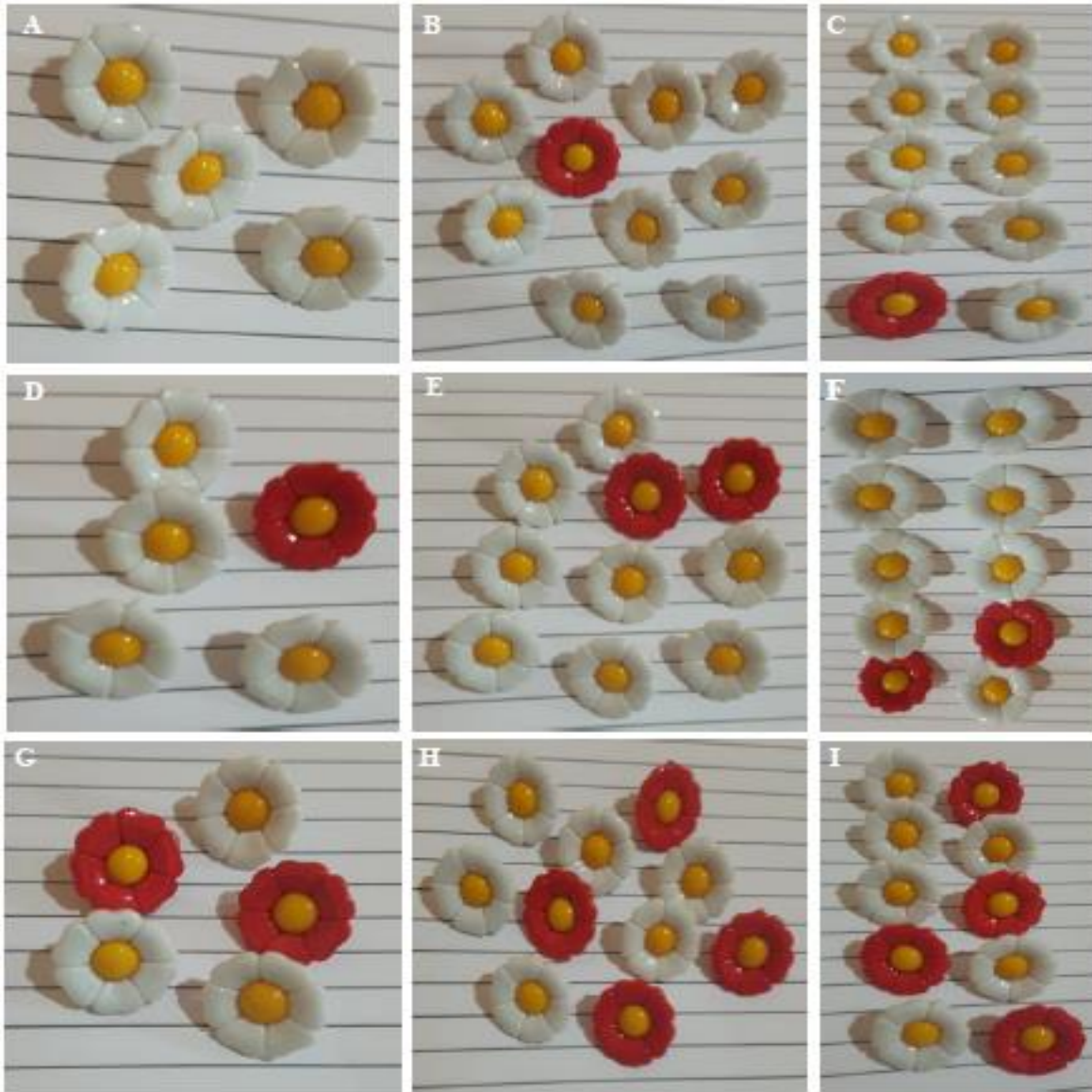


Figura 1. Representação da sequência inicial da simulação de quando a pressão de seleção favorece os indivíduos mutantes (fenótipo vermelho). [A] primeira geração com indivíduos com genótipos normais (brancos); [B] Reprodução da primeira geração com surgimento do genótipo mutante (vermelho); [C] Pareamento dos indivíduos para lançamento do dado para a definição dos sobreviventes. [D] Formação da segunda geração. [E] Reprodução da segunda geração; [F] novo pareamento para a definição dos sobreviventes; [G] formação da terceira geração; [H] Reprodução da terceira geração; [I] pareamento para formação da quarta geração. Valença, RJ, setembro de 2017.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentamos a seguir um episódio surgido durante a realização da atividade prática sobre seleção natural e que será analisado em duas sequências discursivas para facilitar a compreensão da análise. A primeira sequência discursiva situa o conceito de mutação, enquanto que a segunda situa o conceito de seleção natural. Por questões éticas os nomes

dos discentes foram substituídos.

III.1 Quando um terceiro fenótipo aparece: a mutação como obra do acaso

01 Flávio: *Por exemplo ... Não há possibilidade de ... por exemplo ... de dois indivíduos vermelhos ... é ... eles se reproduzirem ... não há a possibilidade e sair um indivíduo azul ... impossível isso!*

02 Prof.: *Por que?*

03 Flávio: *Porque a mutação não tem ... é ... o processo reprodutivo ... a mutação não interfere no processo reprodutivo ... a cor é indiferente, é ao acaso mesmo. Só vai acontecer ... por exemplo ... se eu colocasse um indivíduo azul no meio do vermelho e branco ... poderia ...*

04 Prof.: *Aí você estaria considerando o quê? Para esse indivíduo azul aparecer nessa população?*

05 Flávio: *Humm...*

06 Prof.: *Por que esse indivíduo azul apareceu?*

07 Flávio: *Possivelmente porque ... outro ambiente que tenha ...*

08 Prof. *Lembre-se, ele [o indivíduo azul] está no mesmo ambiente!*

09 Flávio: *Mutação?*

10 Prof.: *Mais uma...*

11 Flávio: *Mutação.*

12 Prof.: *Levemente...*

13 Flávio: *Diferente!*

14 Prof.: *Agora ela não é mais vermelha...ela é azul.*

O início da sequência interativa representa uma inquietação de Flávio que já vinha sendo expressa durante a realização da atividade. No Turno 1 ele propõe uma nova situação, diferente do que foi realizado até agora (visto que a mutação havia surgido da reprodução entre indivíduos normais) ao questionar o aparecimento de uma nova mutação a partir da reprodução entre indivíduos mutantes. O docente no Turno 2 se encarrega de questionar para que Flávio desenvolva a ideia da impossibilidade de aparecimento de uma nova mutação caracterizada por ele como azul.

No Turno 3 surge uma tentativa de explicação, mas Flávio parece não conseguir organizar suas ideias para explicar seu questionamento. O docente problematiza para auxiliar Flávio que aparentemente repensa e propõe nova explicação (Turnos 4 a 6). Contudo, o docente precisa contextualizar para que Flávio refaça sua análise dentro do contexto da atividade e não em um diferente como iniciado por ele (Turnos 7 a 8).

Flávio, com alguma dúvida, indica que o surgimento do indivíduo de fenótipo azul possivelmente trata-se de uma nova mutação dentro da população analisada. O docente problematiza mais uma vez no intuito de que Flávio faça alguma conexão com a atividade realizada e a nova mutação azul. Flávio aparentemente percebe que se trata de uma mutação diferente daquela proposta inicialmente na atividade (indivíduos vermelhos) (Turnos 9 a 14).

A inquietação de Flávio com relação a possibilidade ou não de surgimento de uma nova mutação, ainda que com alguma desorganização de ideias, revela dois aspectos relevantes: primeiro percebe-se em sua fala certa apropriação dos termos utilizados em seu questionamento, ou seja, há uma tentativa de relacionamento do processo reprodutivo com a mutação. Apesar de as mutações poderem ocorrer em qualquer linhagem celular², esta apropriação pode ser considerada coerente à medida que mutações oriundas de processos meióticos/pré-zigóticos (espermatogênese e/ou ovogênese), são as que podem ser transmitidas as proles que, ao se diferirem de seus genitores, podem ser alvo de seleção (Ridley, 2006).

² Algumas mutações podem ocorrer em células somáticas por processos mitóticos/pós-zigóticos. Contudo, estas mutações são passadas apenas para a descendência desta linhagem celular, não sendo transmitidas para a prole (Snustad & Simmons, 2001).

Segundo, implicitamente o discente expressa um posicionamento evolucionista neodarwinista. Ao relacionar o acaso ao processo de mutação sugere um pensamento não unidirecional para o aparecimento de outras modificações no genótipo, no caso, um terceiro fenótipo (azul) distinto daquele proposto inicialmente pela atividade (fenótipos brancos e vermelhos apenas).

Mesmo recorrendo ao auxílio do docente para perceber que o terceiro fenótipo poderia surgir na mesma população que está sendo observada, os movimentos realizados dão indícios de uma busca particular por significados feita por Flávio. Ao repensar algumas vezes o objeto de estudo, percebe-se que a readequação deste objeto não se trata de uma busca vazia ou isenta daquilo que já existe, mas caracteriza-se como um processo de atribuir significados, novas construções, ou mesmo a escolha de um dentre alguns significados alternativos (Sutton, 1996).

Ao se envolver na realização da atividade prática, Flávio, para situar o conceito de mutação, desenvolveu construções pessoais de significados baseados nos conhecimentos que já possuía. A atividade prática, nesse caso, promoveu um contato inicial com o novo conhecimento ao mesmo tempo em que permitiu a construção de novos significados a partir daqueles conhecimentos que o discente trazia consigo (Miras, 1999). A luz da teoria Ausubeliana esta mobilização e organização de um conjunto de conhecimentos existentes e novos se faz por “*um processo interativo no qual o novo ganha significados, se integra e se diferencia em relação ao que já existe*”, tornando-se cada vez mais complexo podendo se relacionar novamente com outros conhecimentos também mais elaborados (Moreira, 2011, p. 26), o que poderá ser melhor percebido na segunda sequência interativa quando Flávio extrapola o contexto da prática e projeta sua análise em uma situação nova e mais complexa.

III.2 Quando o ambiente é mais favorável ao “indivíduo azul”: ou quando a seleção natural atua sobre o fenótipo

15 Flávio: *Mas isso não tem a ver com o ambiente não né! ... Por exemplo ... essa mutação pode ocorrer com essa população em outro ambiente?*

16 Prof.: *Pode.*

17 Flávio: *Mas a questão da sobrevivência ... o que interfere na sobrevivência do indivíduo é o acaso ... então, por exemplo ... se nesse ambiente houvesse a sobrevivência de apenas dez indivíduos, eles se reproduzem de dez para vinte, mas eles são... tipo ...dez são retirados e sobrevivem dez. Mas se por acaso, colocasse esses indivíduos em outro ... um outro ambiente ... esse ambiente selecionaria eles diferentemente. Então a porcentagem de sobrevivência de cada indivíduo seria diferente.*

18 Prof.: *Teríamos que analisar.*

19 Flávio: *Tipo ... tá ... porcentagem de sobrevivência ... cinquenta a cinquenta ... entrou um indivíduo azul ... essa porcentagem não dá...*

20 Prof.: *Teríamos que fazer uma terceira simulação.*

21 Flávio: *Mas por exemplo ... eu posso ... eu posso ... calcular entre aspas ... um ambiente onde seria mais favorável para o indivíduo azul, mais favorável para o indivíduo vermelho e mais favorável para o indivíduo branco?*

22 Prof.: *Pode. Depende do que é esta característica nova para ele [indivíduo azul]. Vai melhorar a performance dele no ambiente? Melhora a condição dele ali [no ambiente]? A condição de sobrevivência dele é melhor que as outras duas? Em relação a outra mutação [vermelhos] e a população original [branca]. Ou elas vão ser iguais [as mutações]?*

23 Flávio: *Pode ser igual?*

24 Prof.: *Podem ser iguais ou podem ser diferenciadas para os três.*

25 Flávio: *Por exemplo ... se essa mutação fosse somente fenótipo ... mudar só a cor ... então seja, não mudaria nada a performance dele ...*

26 Prof.: *Será que não? Aí a gente teria que estudar...*

27 Flávio: *Ah, tá!!! Que tem aquela coisa também da borboleta, sei lá o quê ... que ela se camufla no ambiente e tal ... camuflada ... tudo interfere ...*

28 Daniel: *Manchester!* [responde rápido e timidamente]

29 Prof.: *Essa borboleta vem de onde?*

30 Daniel: *Manchester!*

31 Flávio: *Vem de onde Daniel?*

32 Daniel: *De Manchester!*

33 Prof.: *Isso aí!*

34 Flávio: *O fenótipo ... a cor ... interfere também.*

35 Prof.: *Pode interferir.*

Agora com mais ordenação, Flávio propõe ao docente um novo contexto ao projetar uma condição mais específica e delimitada para os indivíduos mutantes em um ambiente diferente do experimentado na atividade prática (Turnos 15 a 16). Em seguida, descreve a quantidade de indivíduos, a condição reprodutiva neste novo ambiente e o total de sobreviventes. Questiona o percentual de sobreviventes, mas que não fica claro ao docente que precisa questioná-lo novamente (Turnos 17 a 18). Flávio, então, define melhor o que intenciona analisar nesta nova situação. O docente propõe uma simulação diferente da realizada durante a atividade prática (Turnos 19 a 20). Flávio detalha sua intenção de análise propondo uma espécie de sequência hierárquica de condições favoráveis para cada genótipo da população (Turno 21). O docente se encarrega de problematizar este encadeamento de condições favoráveis no intuito de que Flávio repense esta sequência hierárquica (Turnos 22 a 24).

Flávio menciona que a cor expressa, ou o fenótipo, não teria interferência direta na condição de sobrevivência do indivíduo. O docente precisa questioná-lo e ao propor um estudo sobre a interferência do fenótipo, Flávio o interrompe e se encarrega de trazer, mesmo sem se recordar completamente, um exemplo sobre camuflagem de borboletas (Turnos 25 a 27). Imediatamente, Daniel intervém e cita o local de origem do exemplo sobre as borboletas (Turno 28). O docente, seguido por Flávio, questionam Daniel para incentivá-lo a completar sua explicação (Turnos 29 a 33). Flávio conclui que a cor como um fenótipo pode interferir na sobrevivência de alguns indivíduos (Turnos 34 a 35).

Nesta segunda sequência interativa, Flávio reelabora o objeto de estudo de forma mais complexa, descreve com algum detalhamento a situação que pretende analisar. Nos primeiros instantes de sua fala, Turno 17, Flávio apresenta a ideia de que a sobrevivência estaria relacionada diretamente ao acaso (*Mas a questão da sobrevivência ... o que interfere na sobrevivência do indivíduo é o acaso [...]*), distanciando-se do conceito que o docente tentava trabalhar. Contudo, no instante seguinte, emergem também em sua fala elementos e termos tratados anteriormente durante a aula, agora com um pouco mais de ordenação e propriedade (*[...] Mas se por acaso, colocasse esses indivíduos em outro ... um outro ambiente ... esse ambiente selecionaria eles diferentemente. Então a porcentagem de sobrevivência de cada indivíduo seria diferente.*) e que vão se aproximar mais do conceito de seleção natural que o docente pretendia trabalhar.

Com melhor organização de ideias no Turno 21, observa-se que surge na fala de Flávio uma condição de pensamento e de fala de caráter mais biológico. Agora com maior propriedade e segurança na sua proposição, anuncia o conceito de seleção natural. Neste momento, extrapola o conjunto de orientações dadas no início da atividade prática e passa a uma proposição mental em que os percentuais de sobrevivência seguem uma ordem hierárquica de desempenho ambiental, em outras palavras, explicita uma vantagem seletiva para cada um dos genótipos propostos (*[...] eu posso ... calcular entre aspas ... um ambiente onde seria mais favorável para o indivíduo azul, mais favorável para o indivíduo vermelho e mais favorável para o indivíduo branco?*).

Assim, ao posicionar os fenótipos como suscetíveis de serem selecionados pelo novo ambiente, Flávio aproxima-se de uma construção conceitual mais científica, uma vez que o processo de seleção natural pode ser compreendido como *"(...) uma avaliação estatística da diferença na sobrevivência ou reprodução entre entidades que divergem em uma ou mais características. A seleção não é causada pela sobrevivência e reprodução diferenciais; ela é sobrevivência e*

reprodução diferenciais e nada mais.” (Futuyma, 1992, p. 159; grifo do autor). Implicitamente, ao elencar vantagens seletivas a cada um dos fenótipos, Flávio também se aproxima do conceito de valor adaptativo que, por sua vez, é um fator importante, complexo e também relacionado à atuação da seleção natural, “(...) *O valor adaptativo, em um contexto evolutivo, é avaliado simplesmente pela taxa de aumento de um genótipo com relação a outro genótipo. (...) em uma linguagem não técnica poderia ser traduzido como ‘aptidão’ ou ‘adaptação’*” (Futuyma, 1992, p. 160).

Na sequência, a dificuldade que Flávio apresenta desde o início da aula em perceber que a seleção natural poderia atuar sobre o fenótipo cor, vai sendo reorganizada algumas vezes até uma proposição mais segura no Turno 25 (*Por exemplo ... se essa mutação fosse somente fenótipo ... mudar só a cor ... então seja, não mudaria nada a performance dele ...*). Ainda que o docente se encarregasse de problematizar e contextualizar algumas vezes, esta dificuldade será superada quando há uma associação de um exemplo já experimentado em aulas anteriores. O exemplo das “borboletas” a que Flávio se refere no Turno 27 (*Ah, tá!!! Que tem aquela coisa também da borboleta, sei lá o quê ... que ela se camufla no ambiente e tal [...]*) e que recebe a interferência de Daniel no Turno 28 (*Manchester!*), trata das “Mariposas de Manchester³”, exemplo clássico presente em livros didáticos de um modelo de quando a seleção natural atua sobre a coloração de indivíduos de uma mesma população. Ainda que exista controvérsia sobre sua validade científica, didaticamente este modelo auxiliou Flávio a compreender sua proposição sobre a vantagem seletiva (ou sobre o valor adaptativo) dos três fenótipos apresentados, como expressando no Turno 34 (*O fenótipo ... a cor ... interfere também.*).

Os movimentos realizados até aqui por Flávio, tanto quanto o posicionamento interventor de Daniel, são característicos de espaços interativos mediados pelo outro e pela linguagem que podem ser promovidos em uma sala de aula de Biologia (Vygotsky, 2001). Assim, a sala de aula enquanto espaço dialógico pareceu favorecer o engajamento disciplinar produtivo quando aos discentes foi permitido se posicionarem frente a um problema, questionarem e buscarem soluções as questões apresentadas. Foi possível perceber indícios de progressos intelectuais à medida que participam ativamente, construíam argumentos cada vez mais complexos e realizavam conexões entre ideias e conceitos também mais elaborados (Engle & Conant, 2002).

IV. CONCLUSÕES

Ainda que simulações em seu sentido mais amplo também tratem de atividades que vão desde dramatizações até uso de programas de computadores para análise de processos complexos que sofrem interferência de vários fatores ao mesmo tempo (Krasilchik, 2016), o uso da simulação enquanto uma atividade prática simplificada se mostrou relevante na sala de aula de Biologia. Principalmente, porque proporcionou a construção de um espaço importante para aprendizagem como processo de (re)significação, onde o pensamento, a linguagem e a experiência pudessem se integrar. Isto sugere pensar e considerar condições específicas como as de uma sala de aula de Biologia para a construção de significados.

A sequência apresentada evidencia movimentos realizados pelos discentes a partir de atividades sociais e culturais mediadas pelo outro e pela linguagem, em uma perspectiva sociointeracionista como indicada por Vygotsky (2001). Assim, quando (re)organizam ideias para (re)estruturarem novos significados a fim de garantir alguma compreensão, algum entendimento sobre o objeto de estudo, os discentes tendem a dar indícios de progressos intelectuais (Engle & Conant, 2002). À vista disso, o docente como um co-construtor pode acrescentar atividades práticas como a simulação usada neste estudo, para promover espaços dialógicos, situar processos de aprendizagem mais relevantes e significativos e simultaneamente trabalhar os conteúdos curriculares obrigatórios.

³ As mariposas de Manchester (*Biston betularia*). tratam de um caso registado e experimentado da seleção natural em ação e que continua a ser um exemplo clássico no ensino da evolução. Contudo, ainda existe discussões sobre a veracidade ou não do exemplo das “Mariposas de Manchester” como um modelo apropriado de seleção natural (Ridley, 2006). Iremos considerá-lo didaticamente válido para explorar outros aspectos da Ciência, ou seja, como um campo suscetível a aprofundamentos e aperfeiçoamentos frente a sua grande complexidade de conceitos e processos (Roque apud Amabis & Martho, 2004, p. 235).

REFERENCIAS

- Amabis, J.M., & Martho, G.R. (2004). *Biologia das Populações*. 2. ed. São Paulo: Moderna.
- Duarte, F.B.M.D.; Araújo, M.F.F. & Amaral, V.S. (2014). O ensino fragmentado da evolução biológica e concepções alternativas sobre este tema no ensino médio. *Revista de Ensino de Biologia*. 7, 2035-2046.
- Engle, R.A., & Conant, F.R. (2002). Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: explaining an emergent argument in a community of learner's classroom. *Cognition and Instruction*. Lawrence Erlbaum Associates Inc. 20(4), 399-483.
- Ferreira, M.S.N., & Silva, E.P. (2017). Jogos tipo "bean bag" em aulas de evolução. *Revista Ensaio*. 19. 1-22.
- Futuyma, D.J. (1992). *Biologia Evolutiva*. 2. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética.
- Galvão, M.F. et al (2012). Jogo da evolução. *Genética na Escola*. 7(2). 66-76.
- Gámez, C.M., Ruz, T.P., & López, Á.J. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias em formación inicial sobre las estrategias metodológicas em la enseñanza de las ciencias. Estudio de um caso em Málaga. *Enseñanza de las Ciencias*. 33(1), 167-184.
- Krasilchik, M. (2008). *Prática de Ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: EDUSP.
- Marandino, M.; Selles, S.E., & Ferreira, M.S. (2009). *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo: Cortez.
- Miras, M. (1999). Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: Coll, C. et. al. (Ed.). *O construtivismo na sala de aula*. São Pedro: Ática, 57-77.
- Moreira, M.A. (2011). *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Mori, L., Miyaki, C.Y., & Arias, M.C. (2009). A seleção natural em ação: o caso das joaninhas. *Genética na Escola*. 41-46.
- Mortimer, E.F.; Massicame, T.; Tiberghien, A., & Buty, C. (2007). Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de Ciências. In: Nardi, R. *A Pesquisa em Ensino de Ciência no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, 53-94.
- Pegoraro, A. et al. (2016). A importância do ensino de evolução para o pensamento crítico e científico. *Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada*. 2(2). 10-15.
- Pozo, J.I., & Gómez Crespo, M.A. (2009). *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Ridley, M. (2006). *Evolução*. E. ed. Porto alegre: Artmed.

Snustad, D.P., & Simmons, M.J. (2001). *Fundamentos de Genética*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Sutton, J. (1996). *Words, Science and Learning*. Philadelphia: Open University Press.

Vygotsky, L.S. (2001). *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.