

Situações-problema como estratégia para a aprendizagem significativa em Biologia

Problem situations as strategy to meaningful learning in Biology

Jennifer Caroline de Sousa¹

Resumo

Nas práticas escolares ainda é persistente o desafio de favorecer um processo de aprendizagem significativa por meio da mobilização dos conhecimentos prévios dos estudantes. Neste artigo discutimos a utilização de uma situação-problema sobre clonagem nas aulas de Biologia como estratégia para (i) identificar subsunçores na estrutura cognitiva de alunos que seriam introduzidos a conteúdos de Genética e (ii) possibilitar a elaboração de um organizador prévio. Os registros dos estudantes foram submetidos à Análise de Conteúdo. Consideramos que a aplicação da situação-problema e a produção subsequente de um organizador prévio permitiram evidenciar conhecimentos e concepções dos alunos acerca da temática, além de contribuir para refletir sobre a inclusão de questões bioéticas no Ensino de Biologia.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa; Organizador prévio; Ensino de Biologia; Clonagem.

Abstract

In the school, the challenge of favoring a meaningful learning process through the mobilization of students' prior knowledge is still persistent. Here we argue the use of a problem situation on cloning in Biology classes as a strategy to (i) identify subsumers in the cognitive structure of students that would be introduced to Genetics contents and (ii) allow the elaboration of an advance organizer. The students' written records were analyzed by Content Analysis. We consider that the problem situation and the subsequent production of an advance organizer were able to highlight students' knowledge and conceptions about the subject, as well as to contribute to reflect on the introduction of bioethical issues in Biology Teaching.

Keywords: Meaningful learning; Advance organizer; Biology Teaching; Cloning.

¹ Doutoranda em Educação - Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo (FE-USP) - São Paulo, SP - Brasil. Mestra em Ciências - Universidade de São Paulo (IB-USP) - São Paulo, SP - Brasil. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **E-mail:** jennifercsousa@usp.br
Submetido em: 02/06/2019 - **Aceito em:** 24/11/2019

1 Introdução

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel encontra ainda nos dias atuais repercussão na educação, particularmente no Ensino de Ciências (BARZANO, 2000; MORRISON; LEDERMAN, 2003; PAIVA; MARTINS, 2005; CORREIA *et al.*, 2010; JESUS; RAZERA, 2013; AMARAL; MEDEIROS, 2015). No entanto, como aponta Moreira (2012), o termo “aprendizagem significativa” oriundo da teoria ausubeliana tem recebido um tratamento superficial e difuso na literatura.

Buscando resgatar as proposições originais da TAS, mobilizando para isso a própria obra de Ausubel e a de seus comentadores, neste trabalho nos propusemos a discutir o uso de situações-problema como estratégia para o levantamento de conhecimentos prévios de estudantes. Guiando-nos pelo Currículo do Estado de São Paulo para a disciplina de Biologia (SÃO PAULO, 2012), abordamos a temática da clonagem com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual e definimos como objetivos: (i) identificar a presença de conhecimentos prévios (subsunçores “célula” e “DNA”) nas respostas dadas à situação-problema e (ii) discutir a potencialidade do uso de situações-problema como suporte para a construção de organizadores prévios.

Para tanto, metodologicamente realizamos a aplicação da situação-problema, a coleta dos registros escritos dos estudantes, a transcrição e a análise de conteúdo das respostas. Posteriormente, uma aula introdutória foi elaborada e ministrada aos estudantes como proposta de organizador prévio para a aprendizagem de conceitos genéticos.

Ao final, discutimos sobre a pertinência de situações-problemas para a evidenciação de conhecimentos prévios e a inclusão de questões bioéticas no Ensino de Biologia como fonte de sensibilização e contextualização para conteúdos mais específicos da disciplina.

2 A Teoria da Aprendizagem Significativa como uma Teoria Cognitivista da Aprendizagem: Alguns Aspectos

“O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL, NOVAK; HANESIAN, 1980, n.p). Com a referida frase, se introduz o livro *Psicologia Educacional* (1968), cujas ideias centrais são desenvolvidas na década de 60 por David Ausubel, dando origem à Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Pelizzari *et al.* (2002) afirma que as ideias de Ausubel estiveram entre as primeiras propostas psicoeducativas que buscaram explicar a aprendizagem escolar e o ensino a partir de um referencial distinto dos princípios condutistas².

Para compreender o contexto em que aparece a TAS, apresentamos um breve resgate das teorias de aprendizagem que a sucederam. Facin (2017) sistematiza que as primeiras delas – teorias behavioristas – fundamentaram-se na epistemologia empirista, que compreende que a fonte do conhecimento humano está na experiência adquirida. Dessa forma, no behaviorismo a aprendizagem é tida como uma mudança de comportamento ensejada pelo agente que ensina que, ao empregar estímulos reforçadores sobre o sujeito aprendente, é capaz de fazê-lo aprender. Está subjacente a essa concepção a defesa de uma pedagogia diretiva, que assume o pressuposto da transferência de conhecimento do professor para o aluno. Portanto, o papel do professor é o de treinar os estudantes por meio de repetições e utilizar reforços como condicionantes para aumentar as chances desses de reproduzirem futuramente as respostas desejadas.

Estão relacionados ao desenvolvimento do comportamentalismo os nomes do fisiólogo russo Ivan Pavlov (1849-1936), com a teoria do condicionamento clássico; do psicólogo

² Ausubel (2003) relata que a publicação de sua obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* (1963) fundamentou-se na busca por apresentar uma teoria cognitiva da aprendizagem que se opusesse a uma aprendizagem verbal por memorização, sobretudo àquela relacionada à aprendizagem de matérias no ambiente escolar. Ademais, nas palavras do autor, esse livro teria surgido também “da necessidade de resposta ao colapso virtual da orientação teórica neobehaviorista da aprendizagem durante os últimos quarenta anos; bem como do aumento meteórico, nos anos setenta e seguintes, das abordagens construtivistas da teoria da aprendizagem” (AUSUBEL, 2003, p. xi). Assumindo, pois, que a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) seja uma teoria construtivista por tomar o indivíduo como elemento estruturante de seu próprio conhecimento e a aprendizagem como um processo construtivo e reconstrutivo na medida em que o novo conhecimento é associado às ideias subsunçoras na estrutura cognitiva (VALADARES, 2011), é possível compreender que o rechaço de Ausubel evidenciado no trecho citado se fundamente na oposição às concepções condutistas e inatistas que carregam como premissa a inexistência do sujeito cognitivo (ROSA-DÍAZ; SEBASTÍAN-BALMACEDA, 2008).

estadunidense John B. Watson (1878-1958), fundador do behaviorismo norte-americano; do psicólogo estadunidense Edwin Guthrie (1886-1959), com a teoria da aprendizagem em uma única tentativa; do psicólogo estadunidense Edward L. Thorndike (1874-1949), com estudos sobre a aprendizagem por ensaio e erro; do psicólogo Clark Hull (1884-1952), que sistematizou um modelo de *inputs* (entradas/registro de estímulo) e *outputs* (saídas/produção) do comportamento e introduziu a ideia de que fatores internos ao aprendiz também interfeririam na ocorrência da aprendizagem, preconizando e contribuindo para as teorias cognitivistas; do psicólogo estadunidense Burrhus F. Skinner (1904-1990), que trouxe o behaviorismo radical com a sua teoria do condicionamento operante (PAULA, 2009).

Em contraposição à perspectiva determinística do meio sobre o indivíduo postulada pela epistemologia empirista que fundamentou a corrente behaviorista, Facin (2017) descreve que o apriorismo constituiu-se como um modelo epistemológico que sustentou uma nova compreensão sobre o fenômeno da aprendizagem. Nele, a prerrogativa é a de que as condições de aprendizagem e conhecimento são inerentes ao indivíduo desde o seu nascimento e que essas se manifestam imediata ou progressivamente ao longo de seu desenvolvimento. Nesse sentido, a atividade cognoscitiva é inata e exclusiva do sujeito e, portanto, não conduzida por fatores externos. A pedagogia do professor é não-diretiva e cabe a ele o papel de apenas auxiliar o aluno para que a aprendizagem ocorra.

Paula (2009) conta que a primeira metade do século XX marca a transição do behaviorismo para as teorias cognitivistas e nomes como os do psicólogo canadense Donald O. Hebb (1904-1985) e do psicólogo estadunidense Edward C. Tolman (1886-1959) se destacaram: o primeiro com o prenúncio dos modelos conexionistas de aprendizagem, que incluem os circuitos neurais e a relevância das relações entre o funcionamento cerebral e a aprendizagem e, o segundo, com a proposição de que a aprendizagem envolve o desenvolvimento de mapas ou representações mentais da realidade, esses guiados por metas, e a intencionalidade como orientadora e organizadora do comportamento. Lopes (2009) acrescenta que Tolman fazia parte de uma geração de behavioristas que tentava corrigir os exageros das propostas watsonianas que tendiam ao reducionismo fisiológico ao assumir o comportamento como um fenômeno molecular. Dessa forma, o behaviorismo de Tolman consistia em romper com tal perspectiva e conceber o comportamento como um “fenômeno molar”, cuja investigação só poderia ser tomada a partir de uma realidade totalitária. O desafio da psicologia científica, portanto, não seria o de traduzir o comportamento em termos físico-

químicos (i.e. analisá-lo em suas partes), mas o de descrevê-lo a partir de suas propriedades emergentes.

Essa compreensão “do todo para as partes” enraizada em uma concepção apriorista deu as bases para o desenvolvimento da teoria da forma ou da Gestalt, que, segundo Paula (2009), contou com as contribuições dos psicólogos alemães Kurt Koffka (1886-1940) e Wolfgang Köhler (1887-1967), e do psicólogo checo Max Wertheimer (1880-1943). Em síntese, Moreira (1999) afirma que tanto Hebb, Hull e Tolman quanto os teóricos da Gestalt são normalmente classificados como os primeiros cognitivistas, embora se reconheça que todos eles ainda expressem fortes traços behavioristas em suas teorias.

O cognitivismo por excelência somente se desenvolve com os estudos do biólogo e epistemólogo Jean Piaget (1986-1980), que inspira outros importantes representantes desse movimento: o psicólogo bielorrusso Lev Vygotsky (1986-1934) e os psicólogos estadunidenses Jerome Bruner (1915-2016) e David Ausubel (1918-2008). Segundo Moreira (1999), o cognitivismo surgiu contemporaneamente ao behaviorismo, contrapondo-se a ele e ao mentalismo que, em linhas gerais, se ocupava em investigar sobre o que as pessoas pensavam e sentiam. O autor comenta que, para os cognitivistas, a ênfase deveria incidir sobre os processos mentais superiores (percepção, resolução de problemas, tomada de decisões, processamento de informação, compreensão), os quais deveriam ser estudados de maneira objetiva. A partir do ideário cognitivista deriva o construtivismo, que Moreira (1999, p. 15) define como:

[...] uma posição filosófica cognitivista interpretacionista. Cognitivista porque se ocupa da cognição, de como o indivíduo conhece, de como ele constrói sua estrutura cognitiva. Interpretacionista porque supõe que os eventos e objetos do universo são interpretados pelo sujeito cognoscente. O ser humano tem a capacidade criativa de interpretar e representar o mundo, não somente de responder a ele.

Embora reunidos sob o primado cognitivista/construtivista, cada um dos estudiosos mencionados divergem substancialmente entre si e apresentam conceitos e princípios singulares em suas obras. Frente ao recorte assumido neste artigo, nos deteremos a apresentar as bases da teoria ausubeliana.

Fernandes (2011) conta que antes de Ausubel, Piaget já precursionava a importância da valorização dos “conhecimentos prévios” ao estudar o desenvolvimento intelectual nas

crianças. Todavia, a preocupação com o conhecimento enquanto um conteúdo de ensino somente aparece com Ausubel, que provavelmente utiliza tal expressão pela primeira vez.

Ronca (1994) assevera que esse é o ponto de partida da teoria ausubeliana: o conjunto de conhecimentos que o aluno traz consigo. Dessa forma, o professor deve atentar-se tanto para o conteúdo quanto para as formas de organização que esse apresenta na estrutura cognitiva do aprendiz. Ao ser assimilado, o conteúdo assume uma função hierárquica, em que conceitos mais amplos se sobrepõem a outros de menor poder de extensão. Esse processo, por sua vez, somente se caracteriza como uma aprendizagem significativa quando o novo conhecimento é incorporado de maneira não arbitrária e substancial (não literal), isto é, quando é associado a aspectos *relevantes* pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno. Moreira (2012) explica que tais “aspectos relevantes” (e.g. uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição) permitem, por interação, dar significado a outros conhecimentos e são denominados na teoria ausubeliana de “subsunoçores” – tradução da palavra inglesa *subsumer* (PELIZZARI *et al.*, 2002) – e a “estrutura cognitiva” é definida como “uma estrutura hierárquica de subsunoçores que são abstrações da experiência do indivíduo” (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 18).

Em suma, Moreira e Masini (2001) sintetizam que a aprendizagem significativa de uma informação nova ocorrerá quando os subsunoçores na estrutura cognitiva do aprendiz forem mobilizados, servindo como uma espécie de âncora para a aprendizagem daquilo que ainda não se sabe. O novo conhecimento, no entanto, precisa ser relacionado de forma não aleatória aos conhecimentos prévios, de maneira que os próprios subsunoçores iniciais cresçam e se modifiquem, tornando-se mais elaborados e mais inclusivos.

Os autores exemplificam esse processo a partir dos conceitos de “força” e “campo” na área da Física. Imaginando-se a presença deles na estrutura cognitiva do aluno, estes podem servir de subsunoçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo, como por exemplo, força e campo gravitacional, eletromagnético e nuclear. Na medida em que esses últimos forem aprendidos de maneira significativa, resultarão em crescimento e sofisticação dos subsunoçores iniciais que lhes deram ancoragem – no caso, os conceitos de força e campo – , que, por sua vez, darão suporte à aprendizagem de novas informações relativas a forças e campos ou correlatas.

Ausubel (2003) alerta para o fato de que tanto o mecanismo de aprendizagem significativa quanto a apresentação de um material *potencialmente* significativo são condições imprescindíveis para a aprendizagem significativa. Na visão de Pelizzari *et al.* (2002, p. 38), tais condições indicam que:

Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrariamente e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio.

Moreira (2012) reforça que a compreensão de que o material é apenas potencialmente significativo implica em considerar que o significado está nas pessoas e não nos recursos e/ou estratégias empregados pelo professor (e.g. livro, aula, problema etc.). Dessa maneira, deve-se ter em conta que é o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e que podem não ser aqueles aceitos no contexto dos conteúdos ensinados na disciplina. Com isso, o autor pondera que a aprendizagem significativa não se refere necessariamente àquilo que normalmente tomaríamos por “correto” e que o conhecimento prévio, embora seja a variável mais influente para a aprendizagem significativa, pode constituir-se como fator bloqueador para os objetivos educacionais estabelecidos pelo professor.

Sobre o fato de que o aluno deve apresentar disposição para aprender, Moreira (2012) avalia que talvez essa seja a condição mais difícil de ser satisfeita, pois o “querer aprender” não consiste de motivação propriamente ou de afinidade pelo conteúdo, mas de se predispor a relacionar – diferenciar e integrar – os novos conhecimentos aos subsunçores da estrutura cognitiva, transformando-a e atribuindo significados àqueles.

Nesse sentido, o que se pode concluir em um primeiro momento é que, ao professor, pelo menos dois grandes desafios se revelam: (i) a mobilização dos conhecimentos prévios dos estudantes e emprego efetivo destes no planejamento do trabalho pedagógico e (ii) a cativação dos alunos para o estudo de conteúdos definidos *a priori* por um currículo escolar. Como afirma Bruner (2001, p. 115), cabe ao professor “fazê-lo [o aluno] se interessar por algo que não conhece e que talvez não se interessasse em saber não fosse o ambiente escolar com suas propostas”.

Ademais, como adverte Fernandes (2011), se faz necessária a desvinculação da ideia de conhecimentos prévios da de pré-requisitos, pois, enquanto os primeiros dizem respeito ao que os alunos já sabem e que devem ser mobilizados para a aprendizagem significativa, os pré-requisitos se estabelecem a partir de uma lista de conteúdos e habilidades construída, por vezes, de modo aleatório e arbitrário e que frequentemente são utilizados como argumento pelo professor para impedir que determinados alunos avancem a certos conteúdos de ensino considerados sequenciais.

Quando se observa que subsunçores não são pré-existentes na estrutura cognitiva do estudante, Moreira e Masini (2001) afirmam que Ausubel propõe o uso de “organizadores prévios”, que consistem de materiais apresentados antes do início das tarefas de aprendizagem. Servem como uma ponte entre o que é conhecido e o que se deverá conhecer pelo estudante, devendo, no entanto, ser construídos para além de comparações introdutórias entre o material novo e o conhecido. Assim, os organizadores prévios permitem:

- a) Identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- b) Dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- c) Prover elementos organizacionais inclusivos, que levem em consideração mais eficientemente e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 22).

Moreira (1999) conta que Ausubel, no início da repercussão de sua teoria, teria sido mais associado ao conceito de “organizador prévio” do que ao de “aprendizagem significativa”. No entanto, as inúmeras pesquisas posteriores sobre os organizadores prévios levaram a crer que esses não seriam tão facilitadores da aprendizagem como Ausubel havia pensado, pois, se o aprendiz não tivesse nenhum conhecimento prévio relevante e não apresentasse predisposição para aprender, um organizador prévio não seria suficiente para promover a aprendizagem significativa.

Embora seja um raciocínio óbvio para o processo de ensino e aprendizagem levar em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, como avalia Moreira (2012), isso não se observa cotidianamente nas escolas. Além do mais, a pulverização do termo “aprendizagem significativa” no campo educacional tem ocorrido de maneira superficial e polissêmica, o que obstaculiza a apropriação do conceito tal como foi concebido por Ausubel. Portanto, a TAS

permanece como um desafio atual e necessário para a organização do ensino em uma cultura educativa que ainda prima pela aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2017).

3 Procedimentos Metodológicos

O estudo foi realizado com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual da periferia do estado de São Paulo durante as aulas de Biologia. Metodologicamente, caracterizou-se como uma Pesquisa de Natureza Interventiva (PNI) do tipo “Pesquisa de Aplicação”, definida por Teixeira e Megid Neto (2017) como uma investigação que envolve:

[...] o planejamento, a aplicação (execução) e a análise de dados sobre o processo desenvolvido, em geral, tentando delimitar limites e possibilidades daquilo que é testado ou desenvolvido na intervenção. Os processos são fundamentados em teorias ou outros referenciais do campo específico de estudo. Os objetivos não estão necessariamente voltados para a transformação de uma realidade, mas sim, amiúde, dar contribuições para a geração de conhecimentos e práticas, envolvendo tanto a formação de professores, quanto questões mais diretamente relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem, como a testagem de princípios pedagógicos e curriculares (interdisciplinaridade, contextualização, transversalidade, avaliação etc.) e recursos didáticos. Como parte dos trabalhos desenvolvidos nesta modalidade temos pesquisas buscando informações e dados empíricos relativos ao teste de sequências e estratégias didáticas, oficinas, unidades de ensino, materiais didáticos, propostas de programas curriculares, cursos e outros processos formativos, etc. (TEIXEIRA; MEGID NETO, 2017, p. 1068-1069).

O Currículo Oficial do Estado de São Paulo para as Ciências da Natureza e suas Tecnologias (SÃO PAULO, 2012) prevê que, para a disciplina de Biologia no 2º bimestre do 2º ano do Ensino Médio, sejam introduzidos conceitos da área da Genética, indicando que se desenvolva, dentre outras habilidades, o domínio dos conceitos de “gene”, “alelo”, “homozigoto”, “heterozigoto”, “dominante”, “recessivo” e “genótipo”. Para tanto, trazem à baila a história da clonagem da ovelha Dolly como tema problematizador.

Inicialmente foi elaborada uma situação-problema (QUADRO 1) a fim de sensibilizar os estudantes para o debate sobre as questões éticas em torno da clonagem e, simultaneamente, descobrir se possuíam subsunçores adequados referentes ao tema “clonagem”.

QUADRO 1: Situação-problema.**E se existisse uma cópia fabricada de você?**

Caminhando para o final dos anos 90, uma novidade que causou grande alvoroço no mundo foi o sucesso da clonagem de uma ovelha. O clone foi batizado pelo nome de Dolly. Muitas produções televisivas e cinematográficas trouxeram a temática da clonagem a partir daí, e muitas discussões sobre as consequências de técnicas de clonagem se espalharam pela sociedade, havendo posicionamentos favoráveis e contrários a ela.

Imaginem que vocês têm a missão de produzir um clone de vocês mesmos:

- a) Pensem no que seria necessário para realizar a clonagem e que estratégias adotariam para realizar esse procedimento. Descrevam a seguir.
- b) Que justificativas vocês apresentariam para um comitê de ética para que fosse permitida sua clonagem?

Após a coleta das respostas dos estudantes (as quais foram registradas em folhas avulsas e entregues ao professor), procedeu-se à transcrição das mesmas, com codificação dos nomes dos estudantes para manutenção de sigilo. Para analisá-las, empregou-se a Análise de Conteúdo que consiste em um:

[...] conjunto de técnicas de análise de comunicação visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2016, p. 48).

Dentre as modalidades de Análise de Conteúdo, assumiu-se a *análise temática*, que, segundo Minayo (2010), se trata da busca de “núcleos de sentido” que compõem uma comunicação. Assim, para a análise de significados “a presença de determinados temas denota estruturas de relevância, valores de referência e modelos de comportamento presentes ou subjacentes no discurso” (MINAYO, 2010, p. 316).

A partir da exploração do material, foram criadas categorias que Minayo (2010, p. 317) explica como sendo “expressões ou palavras significativas em função das quais o conteúdo de uma fala será organizado”.

As respostas para as duas questões foram analisadas separadamente para que se pudesse diagnosticar a presença de conceitos subsunçores na primeira e a expressão sobre os valores éticos na segunda.

Para a primeira questão, buscou-se avaliar por inferência o caráter de autenticidade das mesmas, isto é, se sugeriam autoria pelo estudante que a redigiu, ou então, reprodução de alguma resposta obtida de uma fonte externa. Simultaneamente analisou-se o teor das mesmas, a fim de verificar a presença de elementos da ficção científica e da ciência real³. A síntese dessas categorias é mostrada a seguir.

QUADRO 2: Descrição das categorias de análise para a questão 1.

| Categoria | Realista | Ficcional |
|-------------------|--|--|
| Autoral | Possui elementos que indicam produção espontânea e autêntica (e.g. verbos de opinião, vocabulário pouco rebuscado). Menciona materiais e/ou procedimentos concretos ou possivelmente concretos para a realização da clonagem. | Possui elementos que indicam produção espontânea e autêntica (e.g. verbos de opinião, vocabulário pouco rebuscado). Apresenta proposições pouco ou não concretizáveis para a realização da clonagem ou menciona materiais e/ou indicativos de um imaginário criado a partir da ficção científica. |
| Heterônoma | Possui elementos que indicam a busca de uma resposta em uma fonte externa (e.g. detalhamento de processos, nomenclaturas biológicas não usualmente empregadas na linguagem oral e/ou escrita por alunos em nível médio). Menciona materiais e/ou procedimentos concretos ou possivelmente concretos para a realização da clonagem. | Possui elementos que indicam a busca de uma resposta em uma fonte externa (e.g. detalhamento de processos, nomenclaturas biológicas não usualmente empregadas na linguagem oral e/ou escrita por alunos em nível médio). Apresenta proposições pouco ou não concretizáveis para a realização da clonagem ou menciona materiais e/ou indicativos de um imaginário criado a partir da ficção científica. |

Fonte: elaboração própria.

Após a leitura flutuante das respostas e o enquadramento das mesmas segundo a categorização proposta (QUADRO 2), procedeu-se a uma segunda leitura do conteúdo das mesmas para determinar a presença dos termos “célula” e “DNA”. Assumiu-se, para o contexto da pesquisa, que esses conceitos seriam os subsunçores desejáveis na estrutura cognitiva dos estudantes para que os novos conhecimentos (i.e. técnicas de clonagem, divisões celulares,

³ Jerome Bruner em seu livro *A Cultura da Educação* (2001) discute que a ciência real, ainda que não deva ser confundida com ficção científica, deveria ser referida como uma “ciência ficcional”, pois está “imediatamente envolvida em questões de verificação em relação a *mundo possível que pode ser especificado*” (p. 120, grifo próprio). Assim, a ciência seria uma narrativa constituída por dados construídos e elaborados por um ponto de vista em mente, a dos cientistas, que buscam determinar até que ponto a natureza se enquadra nessa “ciência ficcional”. Entretanto, ainda que com a visão coadunada a essa proposição, para facilitar a distinção, nesse trabalho se adota como oposição à ideia de ficção científica a expressão “ciência real”.

homozigose, heterozigose, gene, dominância, recessividade, polialelia) pudessem ser aprendidos de maneira significativa.

As respostas da questão 2 foram agrupadas em categorias produzidas *a posteriori* (i.e. a partir de um processo que considerou a emergência das categorias após a leitura dos dados, o qual é denominado por Moraes e Galiazzi (2007) de método indutivo de categorização) mostradas no quadro a seguir.

QUADRO 3: Descrição das categorias de análise da questão 2.

| Categoria | Descrição |
|----------------------------|--|
| Perspectiva individualista | Positivção da clonagem a partir de argumentação centrada em aspectos que beneficiariam o próprio indivíduo clonado. |
| Perspectiva coletiva | Positivção da clonagem a partir de argumentação centrada em aspectos que beneficiariam a sociedade como um todo e o desenvolvimento científico. |
| Perspectiva híbrida | Positivção da clonagem a partir de argumentação centrada em aspectos que beneficiariam simultaneamente o próprio indivíduo clonado e a sociedade em geral. |
| Perspectiva condicionadora | Não há valoração positiva ou negativa para a clonagem, seja por aspectos individuais ou coletivos. A justificativa para a realização da própria clonagem foi fundamentada em exigências a serem satisfeitas. |

Fonte: elaboração própria.

Após a análise dos dados, buscou-se apresentar uma reflexão sobre a potencialidade do uso de situações-problema como estratégia para evidencição de subsunçores e produção de organizadores prévios.

4 Resultados e Discussão

O conjunto de dados foi constituído por 27 respostas no total. Sobre a primeira questão, “Pensem no que seria necessário para realizar a clonagem e que estratégias adotariam para realizar esse procedimento. Descrevam a seguir.”, 7 respostas foram consideradas autorais e realistas; 17, autorais e ficcionais; e 3, heterônomas e realistas. Nenhuma foi enquadrada como heterônoma e ficcional. Parte das respostas à questão 1 são mostradas no QUADRO 4. Na TABELA 1 são apresentadas as classificações segundo as categorias propostas (QUADRO 2). Os nomes dos estudantes foram substituídos pela letra “E” e um número.

Embora o objetivo central da investigação fosse observar os subsunçores presentes nas respostas dos estudantes, notou-se que parte das respostas sugeriu a preocupação com a explicitação de respostas “corretas” para os questionamentos propostos pela atividade. Nesse sentido, ressaltamos como um primeiro aspecto da pesquisa a pressão que os processos avaliativos centrados na aprendizagem mecânica exercem sobre os alunos. Como afirma Moreira (2012), um obstáculo à aprendizagem significativa se encontra justamente no fato de que muitas avaliações escolares e procedimentos de ensino estimulam a aprendizagem memorística sem significado, travando a dinâmica de diferenciação e integração entre os prévios e os novos conhecimentos na estrutura cognitiva do aprendiz.

QUADRO 4: Exemplos de respostas dos estudantes à questão 1.

E1: “Eu usaria um pedaço da minha pele para que as características da clonagem ficassem igual a minha, pegava sangue meu também para obter os meus DNA. Também usaria fios do meu cabelo. Com tudo isso, a clonagem seria perfeita”.

E5: “Eu acho que para fazer uma clonagem minha iria precisar de uma célula somática minha e colocar em alguma pessoa para reproduzir e aí teria uma clonagem”.

E9: “Um corpo artificial sem vida, com auxílio de peças de robô, um cyborg. A junção do corpo humano com o robô”.

E13: “Eu pegaria as minhas células e misturaria com partes pequenas do meu corpo, exemplo: pedaço da pele, unha, músculos, ossos, cabelo e o resto. Depois colocaria essas partes em uma máquina que pudesse multiplicar todas as células, colocaria tudo em uma forma feita com medidas, e detalhes da minha pessoa e ali montaria parte por parte até chegar a um perfeito clone meu!”.

E19: “Para realizar a clonagem seria necessário a coleta do DNA e uma máquina que a partir desse DNA coletado fizesse com que o clone tivesse a mesma estrutura óssea, os mesmos órgãos e a mesma aparência que a minha. A aparência seria feita no clone com base em fotos 3D”.

E22: “Primeiro tirariam o ADN (onde está contida toda nossa informação genética) de uma célula epidérmica e colocava-se num ovo de uma mulher da qual foi previamente retirado ADN, uma faísca de eletricidade iria dividir o ovo e após alguns dias teria um embrião geneticamente igual a si. A ficção da produção do clone humano não é prioridade, o que cientistas pretendem é produzir células humanas clonadas que possam ser utilizadas para tratar algumas doenças”.

Fonte: elaboração própria.

TABELA 1: Categorização das respostas à questão 1 com relação à autenticidade *versus* reprodução e realidade *versus* ficção.

| Categoria | Respostas (Unidades de análise) | Quantidade |
|------------------------|---|-------------------|
| Autorial e Realista | E1, E7, E8, E10, E21, E26, E27 | 7 |
| Autorial e Ficcional | E2, E3, E6, E9, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E23, E24, E25 | 17 |
| Heterônoma e Realista | E4, E5, E22 | 3 |
| Heterônoma e Ficcional | -- | 0 |
| Total | | 27 |

Fonte: elaboração própria.

A seguir, são apresentadas as respostas classificadas pela presença (ou ausência) explícita dos termos “célula” e/ou “DNA”. Destaca-se que aquelas que apresentavam palavras ou expressões implicitamente associáveis a tais subsunçores como “sangue”, “fio de cabelo”, “suor”, “pele” foram contabilizadas no grupo das respostas de subsunçores ausentes.

TABELA 2: Identificação de conceitos subsunçores “célula” e “DNA” nas respostas à questão 1.

| | Subsunçores presentes | Subsunçores ausentes |
|--------------|--|--|
| | Unidades de Análise | Unidades de Análise |
| | E1, E4, E5, E6, E7, E8, E10, E12, E13, E17, E18, E19, E21, E22, E26, E27 | E2, E3, E9, E11, E14, E15, E16, E20, E23, E24, E25 |
| Total | 16 | 11 |

Fonte: elaboração própria.

Referente à questão 2, “Que justificativas vocês apresentariam a um comitê de ética para que fosse permitida a clonagem?”, a maioria das respostas foi classificada conforme o tipo de defesa na argumentação, isto é, se enaltecia a realização da clonagem por questões

individuais e/ou coletivas. Entretanto, observou-se que 4 respostas interpretaram o termo “justificativa” presente na questão como sinônimo de pré-requisito para realização da clonagem. Assim, estas foram alocadas em uma categoria isolada por contribuírem para a reflexão sobre as questões éticas envolvidas na clonagem. O estudante E11 não apresentou resposta para a referida questão.

QUADRO 5: Exemplos de resposta dos estudantes à questão 2.

E1: “Eu falaria que essa cópia seria muito importante, por exemplo. Eu poderia sair para trabalhar e a minha cópia ficaria em casa cuidando dos meus filhos, da casa, etc. Seria muito útil porque eu poderia confiar em uma pessoa para tudo, isso facilitaria minha vida”.

E2: “Precisaria ser igual e ter as mesmas características”.

E3: “Ele não teria pouca coisa diferente de mim”.

E4: “Para que minha clonagem seja permitida, apresentaria como justificativa a possibilidade de criarem seres humanos geneticamente idênticos, podendo assim atuar como doadores de órgãos e outra justificativa seria aumentar o tempo e a qualidade de vida do ser humano”.

E5: “(Não sou a favor). Se fosse possível, a minha justificativa seria para poder fazer experimentos para cura de algo ou para doar algum órgão, doar sangue”.

E7: “Tentaria convencê-los que uma clonagem minha não iria trazer problemas e que iria usar só quando necessário”.

E9: “Tem que ser igual a mim ou melhor; Mínimas falhas técnicas; E se tivesse rendas ou lucros, partes seria meu”.

E12: “Poderia ser uma vantagem para a sociedade para melhorar cada vez mais. Tenho certeza que o meu clone iria ser útil para qualquer coisa que precisasse e com certeza poderia mudar a vida de pessoas e aprender a ver com outros olhos a ciência humana”.

E17: “Não danifiquei a propriedade individual de ninguém, logo é ético”.

E19: “A clonagem seria um modo de “substituição” no caso de morte de uma pessoa, que caso fizesse muita falta a alguém causando transtornos psicológicos ou qualquer outra doença como a depressão, assim poderia ser evitado com a clonagem da pessoa falecida”.

E20: “Eu justificaria no trabalho, tipo se eu machucar no trabalho dá pra mim mandar o meu clone no lugar e também serviços cotidianos e muito mais e ajudaria muitas pessoas”.

E21: “Seria bom, por exemplo, ter 4 rins, dois seus e dois de seu clone, ter um coração compatível, medula e etc., isso ajudaria em muitas doenças e salvaria muitas vidas”.

E25: “Eu falaria que foi feito e treinado em boas qualidades e que seria útil principalmente na vida de pessoas que precisam de alguém para cuidar de seus filhos e, além disso, o clone é inteligente e traria mais amor a pessoas igual a mim”.

E26: “Como nunca fizeram um clone humano (a não ser da maneira natural, os gêmeos), usaria a justificativa de que essa seria uma boa oportunidade para essa experiência e seria o primeiro clone humano criado sem ser de maneira natural”.

E27: “Ter órgãos reservas para substituir, caso algum dos nossos falhe”.

Fonte: elaboração própria.

TABELA 3: Categorização das respostas à questão 2.

| Categoria | Unidades de análise | Nº de respostas |
|----------------------------|---|------------------------|
| Perspectiva individualista | E1, E7, E8, E10, E13, E14, E15, E16, E17 | 9 |
| Perspectiva coletiva | E4, E5, E6, E12, E18, E19, E22, E24, E25, E26 | 10 |
| Perspectiva híbrida | E20, E21, E27 | 3 |
| Perspectiva condicionadora | E2, E3, E9, E23 | 4 |
| TOTAL | | 26 |

Nota: Estudante E11 não apresentou resposta à questão, por isso totalizando o número de respostas a 26. Fonte: elaboração própria.

Assumindo os pressupostos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, nessa investigação se propôs investigar o potencial de uma situação-problema sobre clonagem para identificar subsunçores relacionados à temática e avaliar seu uso como instrumento para a construção de organizadores prévios.

Fernandes (2011) aponta que raramente a sondagem através de perguntas diretas sobre determinado tema é a melhor estratégia para avaliar o que os estudantes sabem. O ideal é que se busque expor os estudantes a situações-problema que os faça mobilizar conhecimentos prévios.

A respeito disso, é possível considerar que o formato da situação-problema proposto nesse trabalho parece ter permitido maior liberdade de expressão aos estudantes, uma vez que a maior parte das respostas aparentou um caráter autêntico. Isso, por sua vez, nos permite inferir que os conhecimentos prévios dos estudantes foram potencialmente mobilizados de maneira mais efetiva.

Ao buscar a presença de subsunçores nas respostas à questão 1, notamos que 16 estudantes mencionaram os termos “célula” e “DNA” em seus registros. Todavia, em alguns casos, o estudante fez alusão a tais conceitos de maneira implícita ao indicar que a clonagem necessitava de material biológico que contivesse informações do indivíduo:

E15: “Na minha opinião, para realizar a clonagem da minha pessoa, seria necessário tirar um fio de cabelo ou qualquer outra coisa...”.

E16: “Primeiro de tudo eu iria criar uma máquina de clonagem com tudo o que seria necessário para fazer um clone de mim. Tipo de coisa que seria necessidade: meu sangue, meu cabelo, meus olhos etc...”.

E25: “Seria necessário um pedaço da minha costela e amostra do meu sangue...”.

Ademais, a maior parte das respostas consideradas autorais apresentaram elementos indicativos da influência do imaginário criado pela ficção científica (FC). Em contrapartida, apenas 7 respostas apresentaram propostas mais realistas, com menção a elementos existentes (óvulo, DNA etc.). As respostas heterônomas trouxeram perspectivas mais realistas e precisas, baseadas em dados e informações do que já é conhecido no mundo científico sobre a clonagem, o que poderia reforçar a hipótese de não representarem a expressão de conhecimentos prévios do aluno.

A respeito da FC, Piassi e Pietrocola (2009) discutem que, mais do que um possível recurso didático para o ensino de ciências para identificar “erros conceituais científicos”, ela constitui um discurso social sobre a ciência, na medida em que expressa interesses e preocupações em torno de questões científicas em voga no momento da produção de suas obras. Considerando aqui especialmente o fato de que a faixa etária dos alunos indica seu nascimento em torno do ano 2000 – quando a clonagem da ovelha Dolly já havia ocorrido e o *boom* das produções de FC sobre o tema já havia se dado –, a presença expressiva de elementos ficcionais nas respostas dos estudantes foi tomada como um aspecto a ser considerado na elaboração do organizador prévio, como é discutido mais adiante.

Salienta-se, no entanto, que a atenção dispensada a esse aspecto não teve como intuito apontar o “erro” dos alunos por construírem respostas baseadas em elementos ficcionais ou por apresentarem erros em conceitos e/ou processos biológicos. Como afirma Pinto (1997), é um imperativo categórico que o professor tenha, simultaneamente, compreensão e respeito pelo o que é (em relação àquilo que o aluno expõe e que se poderia considerar um “erro”) e colaboração e estímulo para realizar o que será (em relação ao movimento que realizará junto com aluno para promover sua aprendizagem).

Em relação à questão 2, que pedia a explicitação de justificativas para a realização da clonagem, quatro grandes categorias foram encontradas nas respostas (ver TABELA 3): 9 especificavam o argumento dentro de uma perspectiva mais individualista, isto é, descreviam os benefícios que a clonagem traria para si e, 10 se remetiam aos benefícios que ela traria à população em geral e ao próprio desenvolvimento científico. Também se observou em 3

respostas uma mescla nos argumentos, enaltecendo benefícios individuais e coletivos de uma possível clonagem humana. Particularmente 4 respostas assumiram, aparentemente, a palavra “justificativa” como sinônimo de “requisito” e listaram condições para que a própria clonagem pudesse ocorrer.

Como afirma Fernandes (2011), além da sondagem adequada, o levantamento de conhecimentos prévios precisa ser efetivamente tomado como um instrumento para o planejamento do trabalho diário. Dessa forma, os dados tomados em conjunto foram utilizados para a elaboração de uma aula tipo expositiva dialogada com uso de recurso audiovisual, em que *slides* foram montados na seguinte sequência:

1. Apresentação de algumas respostas selecionadas (de modo anônimo) em um *slide* intitulado “O que seria necessário para a clonagem, segundo os alunos”;
2. Menção à obra de ficção científica “Frankenstein” e à telenovela brasileira “O Clone” para discutir a questão da influência da FC nas respostas;
3. Exibição do *trailer* do filme “Victor Frankenstein” e de uma cena da novela “O Clone” para problematizar as visões da FC sobre a criação da vida humana e preparar para a discussão sobre questões bioéticas envolvidas na temática;
4. Apresentação do caso da ovelha Dolly e da técnica de clonagem reprodutiva;
5. Polarização entre argumentos favoráveis e contrários à clonagem humana, tomando as próprias respostas dos alunos como exemplos;
6. Apresentação do Artigo 6º, inciso IV, da Lei nº 11.105/05 de Biossegurança Brasileira e do Artigo 11 da Declaração Universal do Genoma Humano e dos Direitos Humanos (1997), que proíbem a clonagem reprodutiva humana;
7. Diferenciação da clonagem reprodutiva e clonagem terapêutica para esclarecer que a última é liberada em alguns países;
8. Finalização com a exibição de uma imagem com a representação da molécula de DNA.

A montagem dessa aula subsequente à coleta das respostas teve como objetivo valorizar o que alunos responderam de maneira mais explícita, de modo que pudessem perceber

sua contribuição para a construção da aula. As transcrições das respostas dos alunos incluídas na apresentação realizada pelo professor promoveram inquietações sobre “de quem era a citação que estava exposta no *slide*” e a curiosidade aparentou cativá-los para a sequência da aula.

Além disso, o levantamento de conhecimentos prévios com a proposição da situação-problema fictícia permitiu ao professor gerar uma aula sensibilizadora e contextualizadora para introdução de conceitos genéticos, que, neste artigo, identificamos como um possível organizador prévio, baseado no que afirma Moreira (2012, p. 39) a respeito desse conceito:

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este.

Como último aspecto, ressaltamos que o trabalho pedagógico com questões bioéticas, ademais de preconizar a imprescindibilidade da discussão sobre ética humana e ética na ciência (ANJOS, 2005), favorece o alcance de um nível maior de abstração sobre o conteúdo a ser ensinado e aprendido nas aulas de Biologia.

5 Considerações Finais

Moreira e Masini (2001) assinalam que a teoria ausubeliana propõe que, para evidenciar a ocorrência de aprendizagem significativa, se utilize questões e problemas que sejam novos, não-familiares e que requeiram máxima transformação de conhecimento existente.

Em consonância à argumentação dos autores, neste trabalho evidenciamos que a proposição de uma situação-problema pode se constituir como estratégia para a mobilização de subsunçores e favorecer a construção de organizadores prévios.

Também concluímos que a oposição entre “ciência real” e “ficção científica” pode ser empregada como fator motivador para a discussão sobre conceitos científicos, ressignificando a prática de “encontrar erros em filmes” (PIASSI; PIETROCOLA, 2009).

Por fim, a inclusão de dilemas éticos nas aulas de Biologia colabora para o desenvolvimento de pensamento crítico e responsável, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes e cientificamente alfabetizados.

Referências

AMARAL, K. O.; MEDEIROS, M. A. Análise das concepções de estudantes do Ensino Fundamental sobre insetos, por meio da metodologia do Discurso Sujeito Coletivo. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v.6, n. 1, p. 156-180, 2015. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/28068> . Acesso em: 25 abr. 2019.

ANJOS, C. R. **Educação problematizadora no Ensino de Biologia com a clonagem como temática**. 2005. 182 f. Dissertação (mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102996/224234.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 16 mai. 2019.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARZANO, M. A. L. **Concepções de meio ambiente: um olhar sobre um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas**. 2000. 175 f. Dissertação (mestrado em Educação) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2000.

BRUNER, J. **A cultura da educação**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

CORREIA, M. E. A.; FREITAS, J. C. R.; FREITAS, J. J. R.; FREITAS-FILHO, J. R. Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos estudantes do Ensino Médio e evolução conceitual. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 83-100, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102996/224234.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 11 mai. 2019.

FACIN, E. C. Reflexões sobre os modelos epistemológicos e pedagógicos de um grupo de professores. **Criar Educação**, Criciúma, v. 6, n. 1, p. 1-22, 2017. Disponível em: <http://periodicos.unesc.net/criaredu/article/viewFile/1648/3239> . Acesso em: 10 mai. 2019.

FERNANDES, E. **Conhecimento prévio**. 2011. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1510/conhecimento-previo> . Acesso em: 25 mai. 2018.

JESUS, L. G.; RAZERA, J. C. C. Ausubel em trabalhos publicados na área de Educação em Ciências: um perfil cienciométrico. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 3, n. 3, p. 1-

- 12, 2013. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID58/v3_n3_a2013.pdf
Acesso em: 18 mai. 2019.
- LOPES, C. E. O projeto de psicologia científica de Edward Tolman. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 237-50, 2009. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/ss/v7n2/v7n2a05.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2019.
- MINAYO, M. C. S. **Desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 2010.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 1999.
- MOREIRA, M. A. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? **Revista Currículum**, v. 25, p. 29-56, 2012. Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96956/000900432.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 abr. 2019.
- MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. **Archivos de Ciencias de la Educación**, v. 11, n. 12, p. 1-16, 2017. Disponível em: <https://www.archivosdeciencias.fahce.unlp.edu.ar/article/view/Archivose029/9007>. Acesso em: 14 mai. 2019.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.
- MORRISON, J. A.; LEDERMAN, N. G. Science teachers' diagnosis and understanding of students' preconceptions. **Science Education**, v. 87, n. 6, p. 849-867, 2003. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.10092>. Acesso em: 26 abr. 2019.
- PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. C. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 182-201, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v7n3/1983-2117-epec-7-03-00182.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2019.
- PAULA, F. V. Teorias da aprendizagem. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 13, n. 2, p. 351-352, 2009. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/pee/v13n2/v13n2a20.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.
- PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**. Programa Educação Corporativa, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002. Disponível em:
<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2019.

PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de 'encontrar erros em filmes'. **Educação e Pesquisa**, v. 35, n. 3, p. 525-540, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v35n3/08.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2019.

PINTO, H. D. S. As fontes do erro. In: AQUINO, J. G. (Org.). **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas**. São Paulo: Summus, 1997. p. 63-72.

RONCA, A. C. C. Teorias de ensino: as contribuições de David Ausubel. **Temas em Psicologia**, v. 2, n. 3, p. 91-95, 1994. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/tp/v2n3/v2n3a09.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2019.

ROSA-DÍAZ, R.; SEBASTÍAN-BALMACEDA, C. **Piaget, Vigotski y Maturana: constructivismo a tres voces**. Buenos Aires: Aique, 2008.

SÃO PAULO (Estado). **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. São Paulo: SE, 2012. Disponível em: <https://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/780.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2018.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Uma proposta de tipologia para a pesquisa de natureza interventiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v23n4/1516-7313-ciedu-23-04-1055.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2019.

VALADARES, J. A Teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf. Acesso em: 11 mai. 2019.

Revisão gramatical realizada por: Thiago Araujo Santos
E-mail: thiagosantos.ufms@gmail.com