



PERFIL DE ADAPTAÇÃO E ENSINO DE EVOLUÇÃO: UMA METODOLOGIA DE USO DE PERFIS CONCEITUAIS NO PLANEJAMENTO DE ENSINO

Profile of adaptation and teaching of evolution: a methodology for use of conceptual profiles in teaching planning

Claudia Sepulveda [sepulvedacau@gmail.com]
Departamento de Educação
Universidade Estadual de Feira de Santana
Avenida Transnordestina, s/n, Feira de Santana, Bahia, Brasil

Resumo

Propõe-se uma estratégia metodológica de transformar os resultados das pesquisas em perfis conceituais em informações significativas e heurísticas para planejamento de ensino na educação básica, por meio da pesquisa em *design* educacional (*design research*). Aplicando a referida metodologia aos resultados de estudos com um perfil de adaptação, são apresentadas rotas de aprendizagem, objetivos, conteúdos, contextos para ensino médio de evolução, e diretrizes para uso da linguagem e gestão do discurso em sala de aula. Como resultado, essas informações são sistematizadas e enunciadas na forma de princípios de *design* de intervenções para o ensino médio de evolução.

Palavras-chave: Perfis conceituais; pesquisa em *design* educacional; conceito de adaptação; ensino de evolução.

Abstract

We propose a methodological strategy to make results of research in conceptual profiles into meaningful and heuristic information for teaching planning in secondary education, through educational design research. Applying this methodology to the results of studies in conceptual profile of adaptation, learning routes are described, objectives, contents and context are proposed for secondary teaching of evolution, and guidelines for the use of language and management the dynamic of classroom discourse suggested. As a result, this information is systematized and formulated in terms of design principles for interventions in secondary teaching of evolution.

Keywords: Conceptual profiles; education design research; adaptation concept; teaching of evolution.

INTRODUÇÃO

O programa de pesquisa em perfis conceituais tem um percurso recente de amadurecimento para ser considerado como uma abordagem teórica e metodológica de investigação em ensino e aprendizagem de ciências. Desde a proposição da noção de perfil conceitual por Mortimer, ao final da década de 1990, para interpretar a aprendizagem do conceito de matéria por estudantes do ensino fundamental, têm sido construídos perfis de conceitos centrais de diferentes áreas das ciências naturais, a exemplo dos conceitos de átomo e estados físicos da matéria (Mortimer, 1994), de molécula (Mortimer, 1997), de calor (Amaral & Mortimer, 2001), de espontaneidade e entropia (Amaral, 2004), de vida (Coutinho, 2005), de adaptação (Sepulveda, 2010) e de herança (Reis, 2018). Esses modelos têm sido aplicados em investigações em ensino e aprendizagem de ciências com distintos objetivos, desde a compreensão do processo de produção de significados ao longo das interações discursivas em sala de aula (Amaral, 2004; Mortimer, 2001; Sepulveda, 2010; Sepulveda, Mortimer, & El-Hani, 2014) até a investigação de diferenças de visão de mundo entre estudantes de comunidades culturalmente diferenciadas (Martínez, 2015).

Em consequência, têm se consolidado as bases teóricas, epistemológicas e metodológicas do programa, recentemente sistematizadas em uma produção (Mortimer & El-Hani, 2014) voltada para divulgá-las à comunidade acadêmica.

Outra pauta da agenda atual do programa é a construção de estratégias para que seus resultados cheguem à escola¹. Um dos primeiros estudos a avaliar o potencial heurístico de perfis em orientar ações pedagógicas foi realizado por Aguiar (2014) no contexto do ensino de física. O perfil de calor foi usado para indicar trajetórias possíveis de aprendizagem conceitual em sequências didáticas para a introdução dos conceitos de calor, temperatura e balanço térmico, no ensino fundamental.

Neste artigo, sustento o argumento de que, por meio da abordagem metodológica da pesquisa em *design* educacional (*education design research*), é possível sistematizar e transformar os resultados de pesquisa em perfis conceituais em informações significativas e úteis para a tomada de decisão de professores(as) no planejamento de ensino.

Para tanto, proponho uma estratégia metodológica de como usar as informações sobre polissemia e gênese de conceitos, organizadas nos perfis conceituais já propostos em literatura, e dados de interações discursivas em sala de aula analisados à luz dessa teoria, no planejamento de ensino, com base na pesquisa em *design* educacional. Em seguida, aplico essa metodologia ao exame de resultados de estudos de construção e aplicação de um perfil de adaptação à investigação de episódios de ensino médio de evolução (Sepulveda, 2010; Sepulveda, Mortimer, & El-Hni, 2014), gerando as seguintes informações: (1) rotas de aprendizagem do conceito darwinista de adaptação e obstáculos ou facilitadores epistemológicos para seu desenvolvimento; (2) contextos de ensino que tenham o potencial de fazer emergir os diferentes modos de pensar e formas de falar adaptação; (3) aspectos da dinâmica discursiva, estados de intersubjetividade e uso da linguagem em sala de aula, que propiciam a apropriação do modo darwinista de pensar e falar adaptação. Por fim, tais informações são sistematizadas em um conjunto de princípios de *design* (planejamento) de intervenções para o ensino médio de evolução.

PROGRAMA DE PERFIS CONCEITUAIS

A noção de perfil conceitual foi desenvolvida por Mortimer (1994, 1997, 2000), no contexto de uma investigação acerca da evolução das concepções atomistas e de seu uso para explicar estados físicos dos materiais por estudantes de 14 a 15 anos. Diante da constatação de que, mesmo desenvolvendo uma concepção atomista, os estudantes não abandonavam, necessariamente, concepções alternativas, Mortimer propôs a noção de que em cada indivíduo podem coexistir diferentes modos de pensar um mesmo conceito, e construiu um perfil para modelar modos de pensar o conceito de matéria.

Esse modelo – assim como perfis construídos posteriormente para outros conceitos – é composto por zonas identificadas com base em compromissos epistemológicos e ontológicos próprios de diferentes formas de se compreender a realidade. Estes compromissos dizem respeito a pressupostos sobre o caráter de entidades, eventos e processos – ontológicos – e sobre o modo como tais entidades, eventos e processos podem ser conhecidos, e o que torna possível e justificável tal conhecimento – epistemológicos². Esses pressupostos são ditos compromissos por terem o papel de dirigir a significação de um conceito. Tais modos de pensar – os quais estabilizam os diferentes significados atribuídos ao conceito – são organizados e perfilados em zonas, conforme os estágios da gênese sociocultural do conceito aos quais correspondem.

Tem sido proposto que esses modos de pensar têm um caráter supraindividual, de modo que, a despeito de cada indivíduo apresentar seu próprio perfil para cada conceito, as zonas propriamente ditas podem ser potencialmente compartilhadas por todos os indivíduos num mesmo contexto sociocultural (El-Hani & Mortimer, 2007). Assume-se, ainda, que cada um destes modos de pensar constitui um instrumento que usamos para lidar com diferentes tarefas, cada uma sendo apropriada para diferentes esferas da atividade humana. Com base nestes pressupostos, foi desenvolvida uma teoria segundo a qual a aprendizagem abrange dois processos interligados: (1) a aquisição de novas zonas de um perfil conceitual, ou seja, de novos modos de pensar um conceito, neste caso, os modos científicos de pensar, e (2) a tomada

¹Essa meta foi tema da mesa-redonda de encerramento do Seminário Contribuições Contemporâneas em Perfis Conceituais realizado na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, entre 8 e 10 de junho de 2016, com o objetivo de avaliar o amadurecimento do programa, as pesquisas em andamento, e apontar desafios que precisam ser enfrentados para que o programa de pesquisa tenha maior abrangência e dê uma contribuição maior na área de ensino de ciências.

²Recentemente, a partir do estudo de Mattos (2014), foi incorporada ao programa de pesquisa em perfil a investigação de compromissos axiológicos. Estes dizem respeito a valores e finalidades atribuídas às entidades, eventos e processos naturais, e ao caráter afetivo e de julgamento moral da relação do sujeito com o mundo tal como ele o representa.

de consciência acerca da multiplicidade de modos de pensar que um perfil encerra, bem como dos contextos em que cada um deles pode ser aplicado de maneira adequada e poderosa (El-Hani & Mortimer, 2007).

A partir desta breve análise de como a noção de perfil foi inicialmente desenvolvida, e acompanhando seus desdobramentos posteriores, considero importante e esclarecedor observar que o programa de pesquisa em perfis foi erguido em torno de duas produções: (1) uma teoria de aprendizagem e (2) uma metodologia de construção de modelos da heterogeneidade de modos de pensar um conceito científico, existentes tanto na linguagem social cotidiana, quanto na da ciência, e entre elas.

Os estudos que se seguiram à proposição da noção de perfil conceitual tiveram, à primeira vista, o objetivo de construir tais modelos, identificando as zonas que constituem o perfil de alguns conceitos considerados centrais para um determinado campo do conhecimento científico. À medida que estes estudos foram sendo realizados, a aplicação dos perfis conceituais expandiu-se, uma vez que os modelos construídos foram usados para variados objetivos de pesquisa em ensino e aprendizagem de ciências. Destaco aqui os estudos que empregam perfis conceituais para analisar a produção de significados em sala de aula, com base no exame das relações entre modos de pensar e formas de falar (Mortimer, 2001; Amaral, 2004; Sepulveda, 2010).

Mortimer (2001) propôs que investigações sobre a produção de novos significados em sala de aula poderiam ser organizadas tendo em vista a relação entre modos de pensar, caracterizados a partir de um perfil conceitual, e formas de falar, caracterizadas em termos das noções de linguagem social e gênero de discurso de Bakhtin (1981). Com base nessas duas noções e na noção de estado de intersubjetividade de Rommetveit (1979), Mortimer (2001) descreveu aspectos linguísticos e discursivos da comunicação em uma sala de aula do ensino fundamental, quando da emergência de zonas do perfil conceitual de matéria no contexto da explicação para mudança de estados físicos dos materiais. Mortimer procurou mostrar como importantes processos de negociação de significados estão relacionados ao modo como a professora gesta o discurso, usa a linguagem, e constrói estados de intersubjetividade. Por exemplo, um importante obstáculo na aquisição de um modo atomista de pensar a matéria, “o horror ao vácuo”, foi superado quando a voz do professor se impôs como “a voz” da cultura científica, e/ou quando se instaurou a construção social de um consenso e de uma linguagem para expressá-lo (Mortimer, 2000, p. 343-344). Esses resultados levaram Mortimer (2001) a propor que uma análise discursiva da sala de aula à luz de perfis conceituais pode ser útil para o desenvolvimento profissional de professores, no que diz respeito à habilidade de gestar o discurso de maneira a levar os estudantes a atribuir significado às explicações científicas.

Desde então, o programa de pesquisa em perfis conceituais tem feito uso de análises microgenéticas³ de interações discursivas em sala de aula, com a intenção de estudar as relações entre produção de significados – mapeadas pela emergência de zonas e negociação entre seus compromissos – e aspectos sociais e linguísticos da comunicação entre professor(a) e estudantes (Amaral, 2004; Sepulveda, 2010; Aguiar, 2014; Amaral, Scott & Mortimer, 2014; Sepulveda, Mortimer, & El-Hani, 2014, 2020). Para dar conta desses últimos aspectos, tem sido usada a estrutura analítica do discurso de sala de aula proposta por Mortimer e Scott (2002; 2003).

Esses estudos resultam em descrições de contextos pedagógicos e discursivos – abordagem comunicativa, estratégias docentes de controle do discurso, padrão de interação e uso da linguagem – em que são negociados compromissos que estabilizam as diferentes zonas de um perfil conceitual, de modo a promover a aquisição de novas zonas, as quais representam o modo de pensar o conceito que se quer ensinar.

Nas seções seguintes, apresento uma proposta de como, por meio da pesquisa em *design* educacional, é possível sistematizar esses resultados em informações significativas e úteis aos professores para que eles tomem decisões sobre seleção de objetivos, conteúdo e desenvolvimento de atividades de ensino e gestão do discurso e uso de linguagem em sala de aula.

ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA EM *DESIGN* EDUCACIONAL

Estou usando o termo pesquisa em *design* educacional para me referir à abordagem metodológica que na literatura inglesa tem sido designada pelos termos *educational design research* (Plomp & Nieveen, 2009). Trata-se de investigações que visam delinear, desenvolver e avaliar produtos e processos educacionais – materiais didáticos, estratégias de ensino, propostas curriculares – que podem ser usados na

³Este tipo de análise requer o acompanhamento minucioso da formação de um processo psicológico, em que ações dos sujeitos e as relações interpessoais em um curto espaço de tempo são detalhadas (Wertsh & Hickman, 1987).

solução de um problema determinado, e que buscam, igualmente, produzir conhecimento sobre as características desses produtos e do processo de desenvolvê-los.

Segundo Matta, Silva e Boaventura (2014), vem crescendo a adoção dessa abordagem metodológica em decorrência da carência de pesquisas voltadas à aplicação de teorias educacionais em sala de aula, e das críticas de que a área não tem cumprido seu papel social de contribuir no enfrentamento dos problemas educacionais. Em consequência deste cenário, há uma proliferação de interpretações e modos de aplicação dessa abordagem, especialmente, na comunidade acadêmica brasileira.

Neste trabalho, adoto a interpretação e práxis de um grupo colaborativo de pesquisa em ensino de ciências, o Colaboração em Pesquisa e Prática em Educação Científica (CoPPEC), o qual, durante cerca de sete anos, reuniu pesquisadores de duas universidades públicas e professores da educação básica em torno da prática social de desenvolvimento de inovações educacionais (Sepulveda *et al.*, 2016). O grupo, por sua vez, se fundamentou nas orientações teórico-metodológicas propostas nos trabalhos desenvolvidos e/ou organizados por van den Akker (1999); van den Akker, Gravemeijer, McKenney e Nieveen (2006); Plomp e Nieveen (2009); e Plomp *et al.* (2018).

Na interpretação desses autores, as pesquisas em *design* educacional buscam não só desenvolver intervenções que possam resolver problemas de práticas educacionais contextuais, como também produzir conhecimento sistematizado e “utilizável” para outros profissionais da área (Plomp, 2009, 2018).

Para assegurar tal sistematicidade, Plomp (2009, 2018) apresenta a seguinte fórmula geral para a proposição de questões que orientem investigações dessa natureza: Quais são as características de uma intervenção x para o propósito de/ou para alcançar o resultado y ($y_1, y_2, y_3...$) no contexto z ? Segundo Plomp (2009, 2018), esta questão de pesquisa permite dar conta da função de qualquer investigação científica, qual seja, promover compreensão ou conhecimento de um fenômeno, ao tempo em que possibilita *insights* para o aprimoramento de práticas e tomada de decisão pedagógicas.

Apropriando-se desta abordagem, o CoPPEC busca responder a esta questão de pesquisa realizando uma investigação colaborativa entre pesquisadores e professores, que, informados pela literatura, planejam e desenvolvem intervenções efetivas por meio de um estudo minucioso de versões sucessivas (protótipos) dessas intervenções em seus contextos-alvo (Sepulveda *et al.*, 2016). Esse processo pode ser descrito, de modo geral, em termos da realização cíclica de três fases: pesquisa preliminar, fase de prototipagem e fase avaliativa (Plomp, 2009, 2018). Na primeira fase, é feita uma análise dos problemas e das necessidades num contexto z de ensino e aprendizagem, uma revisão da literatura pertinente e o desenvolvimento de uma estrutura conceitual para orientar o estudo. Esta fase dá lugar a ciclos de investigações em que protótipos de intervenções são construídos, testados e aperfeiçoados (fase de prototipagem). Por fim, na terceira fase, é feita uma avaliação semissomativa⁴, de modo a analisar se a intervenção proposta atingiu as expectativas planejadas e propor diretrizes para o seu aprimoramento.

Ao longo das três fases ora descritas, são realizadas reflexões e documentação sistemática, com vistas a produzir e validar princípios de *design* e construtos teóricos relativos à área do estudo. Os princípios de *design* são enunciados construídos com a intenção de orientar a seleção e aplicação do conhecimento mais apropriado para tarefas específicas de planejamento de intervenções educacionais. Estes conhecimentos podem ser de natureza substantiva – o conhecimento acerca das características das intervenções – ou de natureza procedimental, referente ao conjunto de atividades que são consideradas as mais promissoras no desenvolvimento de intervenções efetivas e funcionais (Plomp, 2009, 2018).

Van den Akker (1999, p. 9) propõe a seguinte maneira de enunciar princípios de planejamento:

Se você deseja construir uma intervenção X para o propósito/função Y em um contexto Z , então é aconselhável prover esta intervenção das características A , B , e C , e fazer isso por meio dos procedimentos K , L e M , em razão dos argumentos P , Q , e R .

Os estudos baseados na pesquisa em *design* educacional se iniciam a partir da proposição de princípios de *design* que orientam a construção do primeiro protótipo de uma intervenção. Esses princípios,

⁴ O atributo somativo dessa avaliação refere-se à totalidade das observações e reflexões que foram sistematizadas ao longo de cada ciclo iterativo de investigação dos sucessivos protótipos, e que nessa fase são examinadas de maneira integral. Como resultado dessa avaliação, mesmo que se tenha chegado a um certo nível de satisfação com o produto educacional desenvolvido – no que diz respeito tanto à funcionalidade do produto quanto ao conhecimento gerado sobre o processo de desenvolvê-lo ou a teoria educacional que o fundamenta –, ainda é possível apontar recomendações de aprimoramento da intervenção. Por essa razão, ela é designada semissomativa. Para maiores esclarecimentos, ver Plomp (2009,2018).

em geral, são elaborados com base nas reflexões sobre a literatura da área em diálogo com saberes e experiências dos participantes a respeito do contexto de aplicação da intervenção. Nesse caso, tem um papel fundamental o saber experiencial (Tardif, 2007) dos professores da educação básica. Ao longo da fase de prototipagem, em que os protótipos de intervenção são aplicados e investigados, os princípios são validados, sofrem aperfeiçoamento ou são descartados e substituídos por novos princípios.

Como podemos concluir, a pesquisa em *design* é teoricamente orientada (Barbosa & Oliveira, 2015; Mckenney & Reeves, 2012), uma vez que se apoia em uma proposta teórica como fundamento para a construção do plano educacional proposto. Dessa teoria são extraídas, por exemplo, características substantivas a serem incorporadas às intervenções educacionais, com a expectativa de que possam servir de modelagem para as soluções práticas demandadas. À medida que os resultados da aplicação de protótipos de intervenção em situações naturais de sala de aula são sistematizados, essa teoria vai sendo, por sua vez, melhorada e compreendida.

Neste estudo, proponho que a teoria em perfis conceituais pode orientar teoricamente o desenvolvimento de propostas de ensino que visam promover a aprendizagem conceitual. Os resultados de pesquisas sobre processos de significação em sala de aula à luz do perfil conceitual, por sua vez, podem fornecer dados empíricos que, em diálogo com o saber experiencial docente, podem nos prover de informações acerca de características substantivas e procedimentais a serem incorporadas a essas propostas. É possível ainda que tais resultados forneçam indicações para que os professores possam julgar se devem ou não, e por quais razões, incorporar as referidas características às suas propostas pedagógicas.

A seguir apresento um modelo de como podemos nos apoiar em perfis conceituais – caracterização epistemológica e enunciativa das zonas – e resultados de pesquisas que os utilizam para interpretar processos de ensino e de aprendizagem, para propor conteúdos, objetivos e contextos de ensino, e princípios de *design* que orientem o planejamento de intervenções educacionais.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA SISTEMATIZAR RESULTADOS DE PESQUISAS EM PERFIS CONCEITUAIS COMO INFORMAÇÕES ÚTEIS PARA PLANEJAMENTO DE ENSINO

Com base no papel que os princípios de *design* cumprem nas pesquisas em *design* educacional, e no modo como Aguiar (2014) empregou um perfil de calor para desenvolver sequências didáticas no ensino fundamental de física, desenvolvi uma estratégia metodológica de como sistematizar resultados de pesquisas em perfis conceituais para utilizá-los como informações úteis para o planejamento de ensino, que resulta na seleção de objetivos, conteúdos e atividades de ensino, e na formulação de princípios de *design*. Uma visão geral e sistematizada dessa estratégia encontra-se representada no organograma ilustrado na Figura 1.

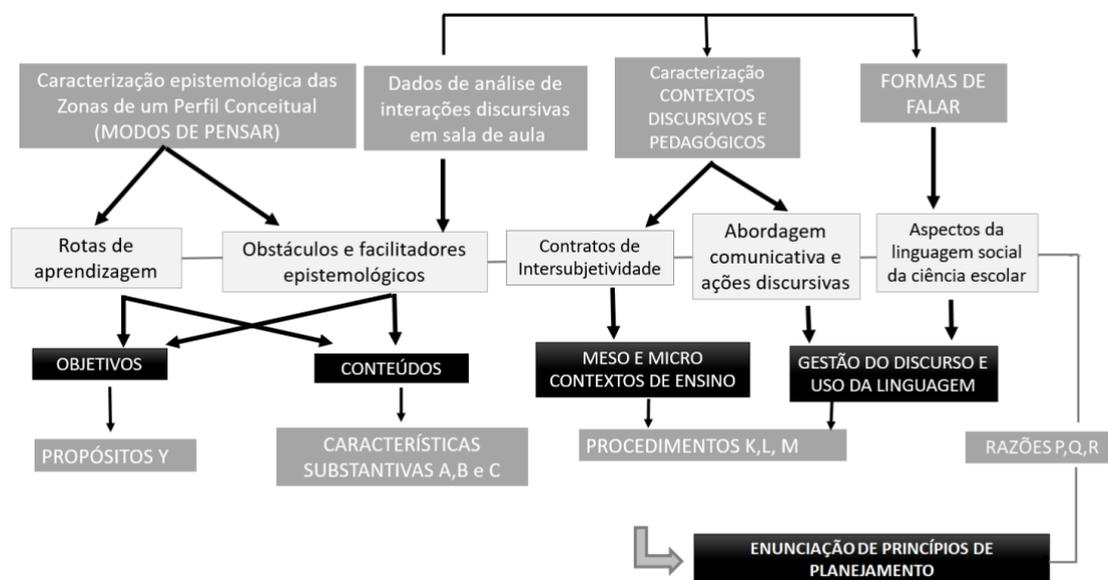


Figura 1 – Organização dos resultados de pesquisa em perfil conceitual para utilizá-los como informações úteis para planejamento de ensino, por meio da pesquisa em *design* educacional.

As informações sobre os diferentes significados atribuídos ao conceito e sua gênese, sistematizadas na caracterização epistemológica das zonas de um perfil, assim como os compromissos que estabilizam os diferentes modos de pensar, podem ser organizadas e descritas em termos de rotas de aprendizagem.

São importantes também as informações sobre compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que devem ser negociados e quais devem ser construídos para que os estudantes se apropriem da perspectiva da ciência escolar, que se tem como objetivo de ensino, obtidas não só da caracterização das zonas de um perfil, mas de dados de interação discursiva em sala de aula. Entre os compromissos que fundamentam modos de pensar da linguagem cotidiana, é importante identificarmos não só aqueles que se podem colocar como obstáculos, como aqueles que podem desempenhar o papel de facilitadores epistemológicos na aquisição de novos modos de pensar o conceito.

Os dados de análise discursiva de episódios de ensino geram informações sobre contextos pedagógicos e discursivos que fazem emergir determinadas zonas (modos de pensar) e/ou compromissos que as estabilizam. Em relação a esses contextos, é importante atentarmos para: estados de intersubjetividade a serem construídos para dar início e sustentar processos de negociação de significados; perguntas perturbadoras que dirigem o discurso para novas direções ou criem novos estados de intersubjetividade; aspectos distintivos da forma de falar da linguagem social da ciência escolar que devam ser explicitados aos estudantes e aspectos da linguagem social cotidiana que devam ser negociados para apropriação de novas formas de falar, relativas à zona de perfil que se quer promover aprendizagem.

Em um terceiro nível de organização dessas informações temos que: as informações sobre rotas de aprendizagem, obstáculos e facilitadores epistemológicos podem ser sistematizadas como objetivos de aprendizagem e conteúdos de ensino; os aspectos discursivos e pedagógicos dos contextos em que emergem zonas do perfil, por sua vez, nos auxiliam a planejar meso e microcontextos de ensino, ou seja, planejar temas, situações-problema e atividades que propiciem negociação de significado, aquisição de novas zonas e tomada de consciência dos modos de pensar e formas de falar. Igualmente importante, é planejar a dinâmica discursiva – como o equilíbrio entre diferentes abordagens comunicativas – e atentar para cuidados e artifícios no uso da linguagem de modo a promover a apropriação da linguagem social da ciência escolar.

Por fim, essas informações são enunciadas em termos de princípios de *design*, tal como proposto por van den Akker, integrando os propósitos (objetivos de aprendizagem e expectativas de ensino), características substantivas (relacionadas a conteúdos, abordagens temáticas e metodológicas mais amplas) e procedimentos (atividades de ensino, gestão de discurso e linguagem empregadas ao longo da realização das mesmas), com respectivas razões para fazê-lo. Tais razões são fundamentadas nos dados empíricos e nos construtos teóricos da pesquisa em perfis e devem auxiliar os professores e as professoras no julgamento e na tomada de decisão que precedem a ação pedagógica.

RESULTADOS DE PESQUISAS EM ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO COM UM MODELO DE PERFIL DE ADAPTAÇÃO

Nesta seção, apresentarei como argumento um apanhado de resultados de estudos anteriores com um perfil de adaptação construído para modelar heterogeneidade de pensar e falar esse conceito no contexto da explicação para origem da diversidade de formas orgânicas no ensino médio de evolução (Sepulveda, 2010; Sepulveda, Mortimer & El-Hani, 2013). Com base nesses dados empíricos, poderemos aplicar a metodologia proposta na seção anterior, produzindo informações úteis para o planejamento pedagógico fundado na teoria de perfis, as quais, ao serem sistematizadas, resultarão em princípios de *design* expostos na última seção deste artigo.

Em primeiro lugar, é importante apresentar brevemente as razões para considerarmos que o conceito de adaptação, entre os diversos conceitos da biologia evolutiva, se presta particularmente bem à construção de um perfil conceitual para ser aplicado ao contexto de ensino de evolução. A adaptação é um conceito central nas explicações darwinistas, e, desde a década de 1970, objeto de um dos mais produtivos debates existentes na biologia evolutiva, aquele travado entre adaptacionistas – que atribuem à produção de adaptações pela seleção natural a causa primária da maioria das características biológicas – e exaptacionistas, que dão ênfase à influência de outros fatores causais não adaptativos na evolução da forma orgânica. Como argumentamos em trabalhos anteriores (Sepulveda & El-Hani, 2008; Sepulveda, Meyer, & El-Hani, 2011), esse debate produz e revela a proliferação de significados para o termo adaptação no campo interno da biologia. Polissemia também é observada na linguagem cotidiana, contextos em que o termo é usado para designar diferentes tipos de ajuste de seres vivos e de artefatos humanos a suas condições de existência e usos, respectivamente.

Para explorar tal polissemia e identificar modos de pensar o conceito, foram examinados: (1) dados extraídos de fontes secundárias da história da biologia e de tratamentos epistemológicos do conceito; (2) dados obtidos na literatura sobre concepções de alunos acerca dos conceitos de adaptação e seleção natural; (3) dados empíricos coletados através de entrevistas e questionários com alunos do ensino médio e do ensino superior de ciências biológicas; (4) e dados de interações discursivas em sala de aula (Sepulveda, 2010; Sepulveda, Mortimer, & El-Hani, 2013). O exame dessas fontes nos permitiu identificar quatro zonas: funcionalismo intraorgânico, ajuste providencial, perspectiva transformacional e perspectiva variacional. A seguir, estas zonas são caracterizadas quanto aos compromissos epistemológicos e ontológicos que sustentam esses modos de pensar⁵.

Fazem parte da zona **funcionalismo intraorgânico** interpretações dos traços adaptativos que não os concebem como um fenômeno que demanda explicações evolutivas, isto é, explicações que evocam causas distantes, e não apenas causas próximas, para usar uma distinção proposta por Mayr (1982). É comum, por exemplo, explicações que apelam preferencialmente a processos fisiológicos e biomecânicos, tidos como suficientes para explicar a organização da estrutura orgânica; e análises dos atributos funcionais destes traços no que diz respeito ao papel que exercem na manutenção do sistema orgânico – uma espécie de teleologia intraorgânica. Esta forma de pensar impõe, portanto, uma primeira dificuldade à gênese do conceito darwinista de adaptação, uma vez que o problema darwinista da adaptação, ou seja, a relação entre complexidade da forma orgânica e luta pela sobrevivência, nem sequer é formulado.

A segunda forma de pensar modelada neste perfil, o **ajuste providencial**, diferentemente da anterior, pressupõe correlação funcional entre forma orgânica e condições de vida. Entretanto, diferentemente da visão darwinista, a correlação funcional entre forma e demandas ambientais é explicada em termos finalistas, como o resultado da realização de uma meta predeterminada. Em termos ontológicos, a adaptação é concebida como um estado de ser ou propriedade dos organismos, ou de suas estruturas morfológicas, de se encontrarem ajustados às suas condições de vida. Esse modo de pensar está associado a uma forma de falar que tem como marca linguística, por exemplo, o uso do termo “adaptado(a)” para descrever o estado ajustado de estruturas ou dos próprios organismos à função ou condições de vida: “as mandíbulas dos felinos são adaptadas à captura de presas” ou “os felinos são adaptados ao ambiente da savana africana”.

Em termos causais, este ajuste é explicado apelando-se ao princípio da economia natural e a uma perspectiva teleológica de ordenação da forma orgânica – os pressupostos de que cada estrutura biológica está disposta de tal forma a permitir que cada organismo ocupe seu lugar e papel na natureza, a qual está sempre em um equilíbrio capaz de garantir a perpetuação de todas as espécies. A adaptação é explicada, portanto, como um fenômeno decorrente da harmonia necessária entre estrutura organizacional do organismo e as condições ambientais.

A diferença entre as duas zonas que se seguem e as zonas anteriores é a introdução de uma perspectiva histórica, evolutiva, para explicar a diversidade das formas orgânicas. Na zona que se segue, a **zona transformacional**, há uma mudança na concepção da categoria ontológica à qual o conceito pertence: a adaptação deixa de ser concebida como estado de ser ou propriedade de uma estrutura morfológica ou organismo e passa a ser descrita como um processo de mudança evolutiva. Este processo é visto como uma transformação da essência da espécie em direção a um estado ótimo de ajuste às condições ambientais, e se dá por meio de mudanças simultâneas que ocorrem com cada um e com todos os membros individuais da espécie.

Outro aspecto característico desta zona reside na ideia de que a transformação sofrida pelos organismos apresenta uma direção definida, isto é, todos os membros da espécie passam por mudanças orientadas numa mesma direção, e, ainda mais, seguem uma mesma sequência de passos em sua evolução. A partir desta progressão linear, atinge-se um estado teleológico de ajuste ótimo às condições ambientais.

Ainda que essas interpretações transformacionais sejam de caráter evolutivo, elas ainda retêm o âmago do pensamento essencialista – o pressuposto de que as características adaptativas são uma propriedade que todos os membros de uma espécie apresentam e compartilham. Caso uma pessoa tenha acolhido a ideia de mudança evolutiva, mas está comprometida com um pensamento essencialista, ela, provavelmente, endossará perspectivas transformacionais.

A próxima zona do perfil, a **zona variacional**, compartilha da perspectiva evolutiva da anterior, mas rompe com o compromisso com o pensamento essencialista. A base para diferenciar essas duas últimas

⁵Uma caracterização semelhante e mais detalhada das zonas deste perfil pode ser encontrada em Sepulveda, Mortimer, & El-Hani (2013). Apresentamos novamente e de modo mais sintético aqui para efeito de nosso argumento. A representação gráfica do perfil com compartilhamento de compromissos entre as zonas, apresentada na Figura 2, no entanto, é uma produção original para este texto.

zonas é a distinção feita por Levins e Lewontin (1985) entre explicações transformacionais e variacionais. Segundo as explicações transformacionais, a evolução de um sistema ocorre em virtude de mudanças simultâneas e conjugadas de todos os componentes do sistema, ou seja, a mudança evolutiva é entendida como o resultado de transformações que ocorrem simultaneamente em todos e em cada um dos membros individuais da espécie. A teoria darwiniana de evolução, por sua vez, propõe uma explicação variacional ou seletional para a mudança evolutiva. Neste caso, as mudanças de um sistema são explicadas pela mudança nas proporções de seus componentes, e não por seus componentes individualmente sofrerem transformação. Entre a zona anterior e esta há também uma mudança na categoria ontológica à qual o conceito pertence: a adaptação tida como processo de mudança passa a ser concebida como característica resultante desse processo.

Como podemos ver na Figura 2, abaixo, as zonas do perfil de adaptação são identificadas por um conjunto particular de compromissos epistemológicos e ontológicos, entre os quais temos compromissos distintivos de cada zona (F₁, F₂, AP₁, AP₂, AP₃, T₁, T₂, T₃, V₁, V₂, V₃) e compromissos que são compartilhados por duas ou mais zonas (1,2,3,4,5,6,7,8). O discurso da ciência escolar compartilha a maior parte dos compromissos que estabilizam o modo de pensar da zona variacional (7, 8, V₁, V₂, V₃), os quais coincidem, em termos gerais, com a perspectiva darwinista de interpretação do conceito de adaptação.

O compartilhamento de compromissos entre as zonas é coerente com o caráter dinâmico de perfis conceituais, que, além de modelar a heterogeneidade do pensamento verbal, pretendem modelar os processos de gênese desses modos de pensar em determinados contextos sociais de produção de conhecimento. Entender esse compartilhamento é, pois, um dos caminhos para interpretar e prever possíveis rotas de aprendizagem do modo de pensar sobre o conceito que se quer ensinar, assim como identificar compromissos que devem ser negociados e aqueles que devem ser construídos, como examinaremos nas seções seguinte.

Este perfil de adaptação foi empregado na análise semântica de interações discursivas em sala de aula, de modo integrado à estrutura analítica do discurso desenvolvida por Mortimer e Scott (2003), em um conjunto de treze episódios de ensino produzidos ao longo de uma sequência didática sobre teoria da evolução por seleção natural, aplicada a uma turma do terceiro ano do ensino médio (Sepulveda, 2010; Sepulveda, Mortimer, & El-Hani, 2014, 2020).

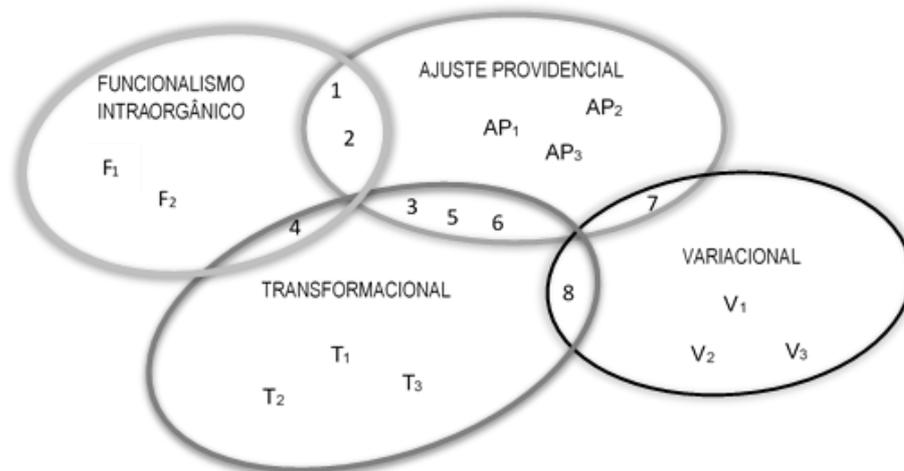


Figura 2 – Representação de um perfil conceitual de adaptação, destacando compartilhamento de compromissos epistemológicos e ontológicos entre as zonas. Compromissos compartilhados: (1) Teleologia intraorgânica; (2) Atribuição funcional como estratégia explicativa; (3) Economia natural; (4) Foco de investigação no nível do organismo; (5) Pensamento essencialista; (6) Perfeição na relação funcional entre estrutura orgânica e condições de vida; (7) *Design* ótimo; (8) Perspectiva evolutiva para explicar adaptação. Compromissos distintivos: (F₁) Adaptação como fenômeno autoexplicativo; (F₂) Suficiência de causas próximas; (AP₁) Adaptação como estado ou propriedade do organismo/estrutura; (AP₂) Teleologia externa; (AP₃) Força ordenadora da Natureza; (T₁) Adaptação como processo; (T₂) Acúmulo de mudanças ontogenéticas explica mudanças filogenéticas; (T₃) Tendência de transformação da essência da espécie à maior complexidade (Progresso); (V₁) Adaptação como resultado de processo; (V₂) Função darwiniana ou par problema-solução; (V₃) Pensamento populacional.

Será apresentada a análise de um desses episódios⁶ com o intuito de exemplificar como dados desta natureza podem nos dar informações para planejamento pedagógico à luz de perfis conceituais.

O episódio foi produzido quando os alunos foram solicitados a resolver uma situação-problema sobre diversificação de espécies. Após ter sido fornecida uma série de informações a respeito da distribuição geográfica das espécies de tentilhões das Ilhas Galápagos, da relação entre a morfologia dos bicos desses pássaros e hábitos alimentares e da diversidade de condições ambientais encontradas em cada ilha, a professora solicitou aos estudantes que formulassem explicações para a diversidade das espécies de tentilhões encontradas nesse arquipélago.

1. **Professora:** No continente encontramos apenas uma espécie de tentilhão/ enquanto nas ilhas são encontradas TREZE espécies diferentes deste mesmo gênero de pássaro. O que explica essa diversidade de pássaros/ do grupo dos tentilhões nas Ilhas? Hein? (...) A gente ter no continente apenas uma espécie e nas ilhas a gente ter TREZE espécies? O que está explicando? Diga.
2. **Estudante 3:** Os demais não se adaptam /ao continente. Digamos que o tipo de alimentação que o do continente se alimenta/ os outros não conseguem se alimentar.
3. **Professora:** Sim. Mais alguém? O que está explicando no continente só ter uma e lá a gente ter treze? /Como é que isso ocorre?
4. **Estudante 4:** Porque o hábito alimentar dele é diferente ao dos outros pássaros?
5. **Professora:** O hábito alimentar é diferente? Como é que isso ocorria? A gente está trabalhando na perspectiva da evolução. E aí o que é que acontece? A gente viu que/ um dos pontos da teoria da evolução é o ancestral comum. Não é verdade? E aqui está trazendo a informação no texto de que provavelmente a espécie do continente ((aumenta tom de voz, enquanto estudante 3 tenta falar algo)) é o ancestral dessas treze espécies/ tá? Isso ajuda a melhorar/
6. **Estudante 3:** Ô professora/ digamos que a do continente não tem uma boa evolução/ né? Não se evolui/
7. **Professora:** No continente não teria uma boa evolução. O que seria uma boa evolução/ Estudante 3?
8. **Estudante 3:** Não se adapta a outros tipos de/
9. **Professora:** O que é que ocorreu?
10. **Estudante não identificado:** A capacidade de se adaptar.
11. **Professora:** A capacidade de se adaptar.
12. **Estudante não identificado:** Ao seu novo ambiente.
13. **Professora:** A capacidade de se adaptar ao ambiente. Se a gente trabalha com a ideia de um ancestral comum. O que é um ancestral comum? É uma espécie que origina/ que está ali a partir de outras. Como é que a gente pode explicar isso. O que é que ocorreu? Se essas treze são originadas do ancestral comum/ como é que isso pode ter/
14. **Estudante 2:** Do continente foi lá para as ilhas/
15. **Professora:** Sim.
16. **Estudante 2:** E acabou ele se adaptando lá. E lá ele
17. **Professora:** Sim. Do continente/ a ocupação vai para as ilhas ((gesto que auxilia a ideia de migração)) e chegando lá/ o que é que ocorre?
18. **Estudante 2:** Ele teve que se alimentar/ então ele vai/
19. **Estudante 1:** É como tem aquela teoria que os ancestrais antes não existia/ não tinha garfo...
20. **Estudante 2:** Ele vai se adaptando/
21. **Estudante 1:** Os dentes eram bem parecidos com o canino devido a alimentação porque eles tinham que rasgar e com o passar do tempo/ eles foram manuseando/ talheres e tal/ como não tem mais necessidade de se alimentar daquele jeito/ então os dentes foram mudando com o passar do tempo e chegando nos nossos.
22. **Professora:** Certo. E voltando aos pássaros ((risos)).
23. **Estudante 1:** Então/ é que ele mudou do continente/ ele teve que aprender/

⁶A análise dos treze episódios pode ser encontrada em Sepulveda (2010). Análises semelhantes sobre este episódio já foram apresentadas em Sepulveda, Mortimer, & El-Hani (2014; 2020). Eu o reproduzi aqui por ser um episódio que permite apresentar ao leitor a negociação de compromissos de pelo menos três zonas do perfil, assim como estratégias de controle docente do discurso, importantes para a compreensão do argumento que desenvolvo nas seções seguintes.

24. **Professora:** Ele saiu do continente para a ilha/ a população foi para lá. Chegando lá/ ele encontrou?
25. **Estudante 2:** Os alimentos/
26. **Professora:** Alimentos diferentes. Está mostrando aí/ que nas ilhas a gente encontrava aí uma diversidade grande de alimentos e de ambiente/ né? E aí?
27. **Estudante 2:** E aí teve que se adaptar para sobreviver
28. **Professora:** Tiveram que se adaptar para sobreviver.
29. **Estudante 2:** E isso teve a mudança dos bicos.

O episódio se inicia com a professora solicitando que os estudantes proponham uma explicação para a diversidade de espécies de tentilhões das Galápagos tendo em vista que apenas uma espécie destes pássaros é encontrada no continente sul-americano. O estudante 3 propõe uma explicação, utilizando a expressão “se adaptar” que remete ao termo adaptação. Esta é empregada no tempo presente e denota uma condição de um grupo de organismos de estar ajustado às condições ambientais, no caso, de os pássaros possuírem um hábito alimentar ajustado aos recursos do ambiente. A resposta do estudante é ignorada pela professora, que solicita novas contribuições (turno 3). A estudante 4 apresenta um ponto de vista semelhante ao do estudante 3, mas de maneira hesitante (turno 4). No turno 5, a professora avalia negativamente a resposta da estudante e faz uma nova iniciação.

A partir desse turno, a professora começa a utilizar novas e importantes estratégias enunciativas que podem guiar o discurso em direção a um ponto de vista mais próximo daquele da ciência escolar, qual seja, a interpretação de que a adaptação constitui o resultado de um processo evolutivo que ocorre no nível da população. Por exemplo, as indagações “Como surgiu?” ou “O que é que ocorreu?” são introduzidas no lugar de “O que explica?”. Estes novos recursos linguísticos denotam a ideia de sucessão de eventos ou de realização de processos, e apresentam o potencial de fazer emergir a perspectiva histórica que uma explicação evolutiva demanda.

Outra ação discursiva da professora que merece destaque é a busca, nos turnos 5, 9 e 13, por estabelecer um estado de intersubjetividade para que os estudantes considerem três premissas: (1) as explicações devem pressupor a ideia de evolução; (2) a noção de ancestralidade comum é fundamental para uma explicação evolutiva; e (3) a espécie de tentilhão do continente pode ser considerada um ancestral comum dos tentilhões das Galápagos.

Entre os turnos 5 e 13, a professora interage com dois estudantes por meio de um padrão triádico de iniciação, resposta e avaliação, avaliando negativamente as respostas que não estão de acordo com a perspectiva da ciência escolar. No turno 13, a professora faz esclarecimentos sobre o significado da noção de ancestralidade comum e dá pistas de como ela pode ser usada para explicar a origem da diversidade dos tentilhões das Galápagos. Em seguida, ela insiste na questão “O que ocorreu?”, sugerindo a existência de eventos passados.

Os estudantes 2 e 1 acatam a proposta da professora e começam a propor um modelo explicativo mais próximo ao esperado por ela, recorrendo à construção de narrativas. A primeira dessas narrativas foi construída entre os turnos de fala 14 e 20 a partir da interação entre o estudante 2 e a professora, tendo a seguinte sequência de eventos: o pássaro ancestral foi para o continente, chegando lá ele teve que se alimentar, e então ele foi se adaptando. Esta foi uma importante operação para a significação do conceito em direção a uma perspectiva evolutiva. O termo adaptação, antes empregado para designar uma propriedade ou capacidade dada dos organismos (turnos 2, 6, 8, 10 e 12), passa a significar um processo passado (turnos 16 e 20).

O significado atribuído ao termo adaptação – processo resultante de uma necessidade do organismo – e o tipo de agência da narrativa – o organismo é protagonista do processo de adaptação – produzem um modo de falar da perspectiva transformacional.

Nos turnos 19 e 21, a estudante 1 constrói uma narrativa com o propósito de criar uma analogia entre a situação interpretada pelo estudante 2, a diversificação dos bicos dos tentilhões, e a mudança na morfologia da arcada dentária humana ao longo da evolução de nossa espécie. No turno 22, a professora solicita que os estudantes voltem a desenvolver a narrativa para o problema inicialmente proposto e, entre os turnos 27 e 29, é construída uma terceira narrativa pelos estudantes 1 e 2 e pela professora, a qual estabelece um padrão triádico de interação I-R-A (iniciação, resposta e avaliação). A narrativa resultante desta interação tem a seguinte sequência de eventos: o pássaro ancestral migra do continente para as ilhas (Estudante 1), encontra uma diversidade de alimentos e ambientes diferentes (Professora e Estudante 2), se adapta para sobreviver e ocorre a mudança dos bicos (Estudante 2).

Em relação à primeira narrativa sobre o mesmo tema, houve algumas mudanças. A conexão entre os eventos de “chegar às ilhas” e de “ter de se alimentar” ou de “ter de se adaptar” (turnos 18 e 20) é melhor qualificada ao se introduzir o evento em que o pássaro ancestral encontrou uma diversidade de recursos no arquipélago. Este acréscimo é possibilitado pelo *feedback* e pela avaliação dados pela professora nos turnos 24 e 26, respectivamente. Nesta segunda narrativa, de modo diferente da primeira, o ponto final é a diversificação dos bicos, e não a adaptação dos pássaros à ilha.

Em termos do processo de significação do conceito de adaptação, podemos concluir que houve uma negociação em torno dos compromissos ontológicos e epistemológicos que fundamentam o modo de pensar da zona ajuste providencial, em direção ao desenvolvimento de uma perspectiva transformacional. No início do episódio, predomina a interpretação do conceito de adaptação como designando um estado de ser dos organismos, o de se encontrarem ajustados às condições ambientais. Esse é um compromisso ontológico próprio da zona ajuste providencial (compromisso AP₁ da Figura 2). O uso da expressão “capacidade de se adaptar” é uma marca linguística desta perspectiva. À medida que os estudantes 1 e 2 adotam a noção de ancestralidade comum e se propõem a interpretar a diversificação dos tentilhões das Galápagos a partir da construção de narrativas, o termo adaptação passa a denominar um processo gradual de mudança (compromisso T₁ da Figura 2). O uso da expressão “vai se adaptando” é uma marca linguística desse novo modo de significar o conceito na explicação da diversidade orgânica. Este novo compromisso ontológico propicia o desenvolvimento de uma perspectiva evolutiva de interpretação da diversificação da forma orgânica, um compromisso epistemológico compartilhado pelas zonas transformacional e variacional do perfil conceitual, conforme sinalizado pelo número 8 na intersecção dessas zonas na Figura 2.

As seguintes ações discursivas docentes e discentes podem estar relacionadas ao desenvolvimento desta perspectiva evolutiva: (1) a introdução do conceito de ancestralidade comum por uma abordagem comunicativa de autoridade e a ação docente de marcá-lo como uma ideia-chave; (2) estratégias enunciativas da professora que propunham a construção de uma narrativa, como perguntas que evocam sucessão de eventos; (3) iniciações da professora guiadas teoricamente, de modo a construir estados de intersubjetividade em torno da perspectiva da ciência escolar – turnos 5 e 13; e (4) a construção de narrativas pelos estudantes 1 e 2, estimulada por desafios e apoios dados pela professora.

Por questão de espaço, não serão apresentados aqui episódios de ensino representativos das sete aulas e de todo o processo de negociação de significados envolvido na aquisição de novas zonas pelos estudantes ao longo da sequência didática em que esse episódio foi produzido. Ao empregar esse tipo de análise a um conjunto de treze episódios (Sepulveda, 2010), foi possível identificar etapas de apropriação do ponto de vista da ciência escolar pelos estudantes em sala de aula, e relacioná-las a aspectos do contexto discursivo e pedagógico. Nas seções seguintes, empregando a estratégia metodológica apresentada na Figura 1, realizo uma (re) interpretação desses resultados de modo a transformá-los em informações úteis para planejamento de intervenções educacionais no ensino médio de evolução.

ROTAS DE APRENDIZAGEM DO CONCEITO DARWINISTA DE ADAPTAÇÃO

A caracterização das zonas do perfil conceitual em termos de compromissos epistemológicos e ontológicos que sustentam modos de pensar, esquematizadas na Figura 2, e os dados de análise de interações discursivas em sala de aula, apresentados parcialmente na seção anterior, e disponíveis em trabalhos anteriores (Sepulveda, 2010), nos permitiram descrever possíveis rotas de aprendizagem desse conceito.

Identificamos, a princípio, três rotas, que caracterizamos a seguir: Da adaptação como fenômeno autoevidente à construção do problema darwinista de adaptação; Da propriedade providencial ao processo histórico de mudança; Da transformação no curso de vida dos indivíduos à mudança de proporção de variantes na população.

Da adaptação como fenômeno autoevidente à construção do problema darwinista de adaptação

Dados empíricos de entrevistas e interações discursivas em sala de aula apontam que alguns estudantes do ensino médio nem sequer consideram características adaptativas, a exemplo da cor e forma camufladas de insetos, ou a diversidade de formas e tamanhos de bicos entre as espécies de tentilhões das Ilhas Galápagos, como fenômenos instigantes, que mereçam explicações (Sepulveda, 2010). Estes dados sugerem que a relação entre organização estrutural e condições de vida não é percebida de modo trivial e, portanto, pode ser necessário que essa percepção seja construída.

O primeiro passo na gênese do conceito poderia ser, então, a construção do problema de *design*, o que seria equivalente em certa medida ao que Ash (2008) designou de desenvolvimento do raciocínio forma/função. Em episódios de ensino anteriores ao analisado na seção anterior, este exercício foi proposto pela professora aos alunos no contexto de ensino em que analisa a relação de tamanho e forma dos bicos dos tentilhões de Galápagos com o *habitat* alimentar e os tipos de recurso alimentar que exploram (Figura 3). Um dos resultados dessa atividade foi a emergência de compromissos da zona ajuste providencial: o pressuposto de que o *design* ótimo de estruturas orgânicas (compromisso 7 da Figura 2) é decorrente da relação funcional entre estrutura e condições de vida dos organismos (compromisso 6 da Figura 2), necessária à manutenção da harmonia e ordem do mundo natural (compromisso AP₃, Figura 2).

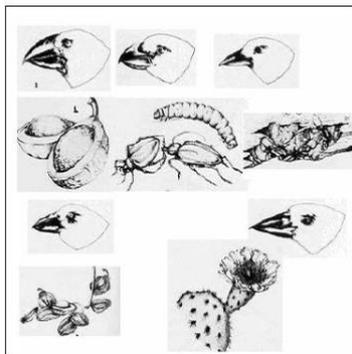


Figura 3 – Relação entre tamanho e forma do bico de diferentes espécies de tentilhões das Galápagos e os recursos alimentares que costumam explorar. Figura apresentada aos estudantes em roteiro de discussão.

Esses dados apontam que a construção do problema do *design*, ou o desenvolvimento do raciocínio forma-função, é um passo importante, especialmente, em contextos em que os estudantes nem sequer reconhecem a adaptação como um padrão e um fenômeno instigante. No entanto, não é suficiente. Para que o problema darwinista da adaptação seja construído, é preciso que os estudantes se perguntem sobre a origem dessa correlação funcional entre a forma e ambiente, e não a veja como algo dado. O pressuposto de ordem e harmonia da natureza precisa ser negociado. É preciso chamar a atenção para dois aspectos que caracterizam o mundo natural, considerados por Darwin em sua formulação da teoria da evolução por seleção natural: o fato de as exigências ambientais impostas aos organismos estarem sempre em mudança, e o fato de que, além de se relacionarem com o ambiente, os organismos se relacionam uns com os outros, incluindo na competição por recursos (Caponi, 2006). Veremos, nas duas outras rotas de aprendizagem, percursos pelos quais é possível alcançar essas condições.

Da propriedade providencial ao processo histórico de mudança

Nas interações discursivas analisadas no episódio de ensino da seção anterior, os compromissos próprios da zona ajuste providencial começaram a ser negociados a partir do momento em que os estudantes foram encorajados a construir narrativas, em que uma sequência de eventos levava à mudança da forma orgânica. No caso analisado, contribuíram para tal encorajamento as seguintes características do contexto social (de ensino) no qual as interações se deram: (1) apresentação e análise de um caso de diversificação de espécies com apresentação de dados de distribuição geográfica das espécies, descrição de fatores ambientais, entre eles, oferta de recursos, nos diferentes ambientes; (2) o uso de uma abordagem comunicativa de autoridade para introduzir o conceito de ancestral comum, e a construção de estado de intersubjetividade, o de usar o referido conceito como ferramenta de pensamento; (3) o uso de recursos fraseológicos que sugerem a ocorrência de uma sequência de eventos, a exemplo da indagação “o que ocorreu?”, feita de modo recorrente.

A construção dessas narrativas levou a duas rotas importantes em direção à significação do conceito darwinista de adaptação: (1) uma mudança no caráter ontológico do conceito – de atributo – estado de ser ou propriedade do organismo (AP₁, Figura 2) para processo gradual de mudança (T1, Figura 2); e (2) a introdução de uma perspectiva histórica (compromisso 8, Figura 2), portanto, evolutiva, para explicar as características adaptativas.

Da transformação no curso de vida dos indivíduos à mudança de proporção de variantes na população

Ao desenvolverem uma perspectiva evolucionista para explicar as características adaptativas, é comum que os estudantes produzam as primeiras explicações narrativas utilizando uma forma de falar característica da zona perspectiva transformacional.

Essas narrativas têm em geral as seguintes características: (1) são protagonizadas por um organismo, ou por um grupo de organismos, que dirige sua própria transformação em direção ao ajuste às necessidades de sobrevivência em determinadas condições ambientais; (2) comumente apresentam enunciados que fazem uso do recurso à personificação ou antropomorfismos como fonte de analogias para falar sobre o processo de mudança evolutiva; (3) apresentam formulações teleológicas nas quais as mudanças adaptativas são descritas como processo dirigido a um fim – em certa medida intencional e planejado –, associadas ao uso recorrente da expressão “*ter de se adaptar*”; (4) fazem uso do termo adaptação com função sintática de verbo, “*adaptar-se*”, e semântica de processo de mudança evolutiva.

Dados da análise de episódio de ensino sugerem que, a partir dessas narrativas, inicialmente transformacionais, os estudantes podem se apropriar do modo darwinista de pensar e falar adaptação, desde que e quando se estabelece intersubjetividade em torno do princípio da herança, do pensamento populacional (compromisso V₃, Figura 2) e da noção de variação intrapopulacional.

Apenas quando se apropriam da noção de variação intrapopulacional e negociam o compromisso com o pensamento essencialista (compromisso 5, Figura 2), os estudantes passam a desenvolver narrativas variacionais em que os organismos ou a população passam/passa a ser pacientes/paciente da mudança evolutiva, ou em que uma série de eventos sem agentes definidos levam à mudança adaptativa. É comum que em algumas dessas narrativas seja atribuído o papel de agente seletivo ao ambiente.

Uma operação mais difícil e desejável de ocorrer, que pode ser talvez considerada o último estágio nesse processo, é a do termo adaptação, entendido como o resultado do processo evolutivo, ou, mais precisamente, do mecanismo de seleção natural.

Na sequência didática em que foram produzidos esses episódios de ensino, uma atividade importante para que tais compromissos fossem construídos e essas novas formas de falar fossem apropriadas consistiu na discussão dos resultados do jogo dos Clípsitacídeos, o qual simulava um processo de mudança populacional decorrente de variação na oferta de alimentos, num contexto de separação geográfica e isolamento reprodutivo de uma população inicial de pássaros com variação fenotípica em seus tamanhos de bicos (Sepulveda, 2010). O jogo foi realizado na terceira aula, e na quinta aula dois estudantes usaram os resultados do jogo para, junto à professora, avaliar negativamente a forma de falar transformacional de outro estudante, e construir uma explicação mais próxima à perspectiva variacional.

SELEÇÃO DE OBJETIVOS, CONTEÚDO E CARACTERÍSTICAS

Analisando a sociogênese do conceito de adaptação, considero que, para fins da introdução do pensamento darwinista no ensino médio de Biologia, se deve ter como foco o desenvolvimento dos compromissos epistemológicos e ontológicos que estruturam a zona variacional do perfil conceitual, apresentado na segunda seção, e a apropriação pelos estudantes das formas de falar próprias dos contextos sociais em que se constrói univocidade em torno desta forma de pensar. Esses compromissos estão envolvidos na gênese socio-histórica e na ontogênese da perspectiva darwinista de explicação da origem da diversidade orgânica.

É importante deixar claro que reconheço que o conceito de adaptação como resultado da seleção natural não é suficiente para explicar todos os fenômenos relativos à origem e existência das formas orgânicas, conclusão que decorre do exame que fizemos do debate entre adaptacionistas e exaptacionistas (Sepulveda & El-Hani, 2008; Sepulveda, Meyer, & El-Hani, 2011) e das recentes defesas de um pluralismo de processos na biologia evolutiva (por exemplo, El-Hani & Meyer, 2007). Assim como tenho em vista que o pensamento darwinista não se restringe à teoria da seleção natural, como nos aponta de modo consistente Mayr (2005) em sua análise das cinco teorias de Darwin.

Ainda assim, defendo que a compreensão do conceito darwinista de adaptação deve ser um dos objetivos a serem alcançados pelo ensino de biologia, pelas seguintes razões: (1) o conceito de adaptação como resultado da seleção natural tem o poder de explicar fenômenos de evolução adaptativa de grande importância para a humanidade, como a resistência bacteriana a antibióticos e de pragas agrícolas a inseticidas, ou ainda, as dificuldades encontradas no controle de pandemias como a AIDS (Meyer & El-Hani, 2005), que ao serem abordados como questões sociocientíficas podem auxiliar os cidadãos a tomar decisões socialmente responsáveis (Conrado *et al.*, 2012; Sadler, 2005); (2) o ensino do conceito de adaptação por meio de uma abordagem contextual pode contribuir para o amadurecimento de uma concepção mais adequada da natureza da ciência (Sepulveda & El-Hani, 2012), por ter desempenhado um papel fundamental na constituição da visão de mundo científica naturalística do universo, e por ser hoje o centro de dois debates,

o debate externo à ciência, entre criacionistas e evolucionistas, e o interno, entre adaptacionistas e exaptacionistas; (3) a aplicação do raciocínio adaptacionista e da teoria da seleção natural aos fenômenos já mencionados é um caminho para que os estudantes apliquem o pensamento darwinista e avaliem o seu poder explicativo em situações que tenham significado e implicações em sua vida cotidiana.

Tendo em vista esta defesa, e as informações sobre vias de aprendizagem desse conceito fornecidas pelo estudo em perfis conceituais, propomos os seguintes objetivos – ou propósitos, nos termos da pesquisa em desenvolvimento – para o ensino médio de evolução:

- (a) Desenvolver a percepção do ajuste ou correlação funcional entre estrutura orgânica e condições de vida como um padrão na natureza e um fenômeno que merece explicação;
- (b) Deslocar o foco da percepção dos estudantes do organismo como sistema para a percepção das complexas relações entre organismos e ambiente, e dos organismos entre si, em um mundo em constante mudança;
- (c) Desenvolver uma perspectiva histórica para explicar o problema do *design* e diversidade da forma orgânica;
- (d) Desenvolver o pensamento populacional;
- (e) Promover a compreensão do conceito de variação intrapopulacional;
- (f) Promover a compreensão de que a adaptação é resultado da seleção natural;
- (g) Promover a apropriação de uma forma variacional (darwinista escolar) de falar sobre adaptação.

Para se ter sucesso no alcance desses propósitos, consideramos que se deve prover a proposta de ensino das seguintes características substantivas:

- (a) Construção do problema do *design*;
- (b) Resolução de situações-problemas relativas à origem da diversidade orgânica que propicie aos alunos examinar dados de distribuição biogeográfica e os encoraje a produzir explicações narrativas;
- (c) Coexistência amigável com o uso de linguagem teleológica e antropomórfica em situações em que os alunos estão usando o pensamento narrativo para explicar adaptação por uma perspectiva histórica, ainda que transformacional;
- (d) Exame da eficiência diferencial de variantes fenotípicas de uma população em situações hipotéticas de mudanças de regime seletivo;
- (e) Análise explícita das distinções entre formas de falar da linguagem cotidiana e linguagem social da ciência escolar e suas relações com modos de pensar.

CONSTRUÇÃO DE CONTEXTOS DE ENSINO E ATIVIDADES

Um dos resultados da análise discursiva de episódios de ensino apresentado na quarta seção deste trabalho é a constatação de que são os contextos que evocam as zonas de perfil. Esta proposição já havia sido indicada por outros estudos que empregaram o perfil para análise semântica do discurso em sala de aula (Mortimer, 2001; Aguiar, 2014; Amaral, Mortimer & Scott, 2014).

Esses resultados empíricos são consistentes com as bases teóricas do programa de perfil, em especial, com a noção de que os conceitos não são entidades mentais estáveis que os indivíduos possuem, mas, sim, construtos socioculturais que são apropriados, reconstruídos e acessados pelos indivíduos nos diferentes contextos de sua experiência de interação social (Mortimer *et al.*, 2014). Por essa razão, um planejamento de ensino inspirado na teoria de perfis deve envolver como uma das etapas primordiais a construção de diferentes contextos de ensino que tenham o potencial de fazer emergir os diferentes modos de pensar e formas de falar sobre conceito em questão.

Aguiar (2014), assim como Mattos (2014), chamam a atenção para a coexistência de contextos em um mesmo plano, que podem ser interpretados e organizados em escalas distintas, como, por exemplo, de macro, meso e microcontextos.

Podemos considerar como macrocontexto a sala de aula de ciências. Como adverte Aguiar (2014), as salas de aula de ciências têm uma complexidade intrínseca que inclui conceitos, modelos e linguagens próprias dos seus diversos campos. Além desta complexidade, que apresenta alguns aspectos comuns a várias salas de ciências, temos configurações próprias de cada sala, construídas pelas interações entre professores, alunos e conhecimentos, as quais são ainda permeadas por elementos de representação social. O mesocontexto diz respeito à unidade de planejamento com a qual estamos operando, por exemplo, uma sequência didática. O microcontexto refere-se às atividades planejadas com a intenção de promover

emergência de múltiplas perspectivas de significar o conceito, para que possa gerar episódios de negociação de significados e apropriação de aspectos próprios à perspectiva da ciência escolar.

Estou propondo aqui a construção de meso e microcontextos para ensino de evolução em salas de aula do ensino médio de escolas públicas brasileiras. Considero que diferentes salas de aulas dessas escolas podem constituir diferentes macrocontextos, no que diz respeito a muitas variáveis, entre elas, o valor que alunos e professores atribuem aos discursos e práticas da ciência, atitudes e crenças diante dela e predisposição em aprendê-la e ensiná-la. Mas, ainda que considerando o limite de generalizações, assumo alguns pressupostos sobre aspectos comuns a essas salas de aula como o multiculturalismo, a coexistência entre a linguagem social cotidiana e a linguagem social da ciência escolar, a predisposição dos professores a tornar o conhecimento científico acessível aos estudantes por meio de diferentes atividades, desde aulas expositivas a trabalhos que demandem maior participação ativa e interação com e entre alunos, e pelo estabelecimento de algumas normas de comportamento negociadas com os alunos.

Em relação ao mesocontexto, proponho que este se estruture em torno da construção do problema darwinista de adaptação, com base, inicialmente, na análise de correlação entre estrutura e função de características adaptativas e de sua diversificação em um grupo taxonômico, progredindo para a explicação variacional de sua origem e existência. Para tanto, considero estratégica a realização das seguintes atividades: análise da correlação funcional entre estrutura orgânica e condições de vida; resolução de situações-problemas baseadas em cenários de diversificação de espécies; simulações experimentais de processos de mudança de variantes fenotípicas de uma população sob regimes seletivos distintos, gerados por mudanças ambientais, a exemplo da simulação feita no jogo dos *Clipsitacideos* (Reis *et al.*, 2013); aplicação da explicação seletional (Caponi, 2002) na interpretação e/ou resolução de questões sociocientíficas.

GESTÃO DO DISCURSO: ABORDAGEM COMUNICATIVA, INTERSUBJETIVIDADE E UNIVOCIDADE

Segundo Aguiar (2014), os contextos de ensino não são dados e sim construídos dinamicamente por meio das interações discursivas e negociações de estados de intersubjetividade entre professores e estudantes, e destes entre si. Portanto, o papel do professor no modo como a dinâmica discursiva pode/deve ser construída deve ser também levado em conta como elemento do planejamento de ensino.

A estrutura de análise da dinâmica discursiva em sala de aula que empregamos na análise dos episódios foi desenvolvida por Mortimer e Scott com essa intenção, a de encontrar e descrever padrões de interação e de dinâmicas discursivas que ocorrem em salas de aula de ciências, e sua relação com o processo de significação e elaboração conceitual, de modo a fornecer elementos para a reflexão docente e para o planejamento de sua ação (Mortimer & Scott, 2002).

Estudos que usaram essa ferramenta para descrever esses padrões (Mortimer & Scott, 2002, 2003; Scott, Mortimer, & Aguiar Jr., 2006; Aguiar Jr., 2014) têm apontado, por exemplo, que o desenvolvimento da perspectiva da ciência escolar demanda necessariamente uma tensão entre as abordagens comunicativas dialógicas e de autoridade. Trocas dialógicas, por meio das quais são explorados pontos de vista dos estudantes, dão lugar a intervenções de autoridade para a introdução do ponto de vista da ciência escolar, e estas, por sua vez, oportunizam a aplicação dialógica dessas ideias. Na análise do episódio apresentado na quarta seção, por exemplo, vimos como foi importante a introdução do conceito de ancestral comum por uma abordagem comunicativa de autoridade para que os estudantes desenvolvessem uma perspectiva histórica de interpretar adaptação e propusessem novos modelos explicativos mais próximos à perspectiva da ciência escolar para a diversificação dos tentilhões de Galápagos.

É aconselhável, portanto, prover a dinâmica discursiva de sala de aula de variações na abordagem comunicativa, cobrindo tanto a dimensão dialógica/de autoridade como a interativa/ não interativa. Buscando usar uma abordagem comunicativa interativa e dialógica para explorar ideias dos estudantes e entender possíveis focos de dificuldade de apropriação da perspectiva da ciência escolar, por exemplo, e equilibrando-a com uma abordagem comunicativa de autoridade interativa ou não interativa para introduzir conceitos e novas ideias, estabelecer estados de intersubjetividade e moldar formas de falar. A abordagem dialógica pode voltar a ser usada em situações em que os estudantes sejam apoiados na aplicação destas ideias para a resolução de novos problemas.

Outro aspecto da gestão do discurso que considero importante no planejamento de ensino diz respeito à construção de estados de intersubjetividade. Segundo a noção de intersubjetividade de Rommetveit (1979), interlocutores que apresentam perspectivas diferentes sobre os mesmos objetos, ao se engajarem

em um diálogo, podem criar estados provisórios de intersubjetividade, estabelecidos e modificados continuamente através de negociações mediadas pela linguagem e outras ferramentas semióticas e retóricas. Esses estados de intersubjetividade são estabelecidos quando os sujeitos, com intenções compartilhadas, se predispõem a transcender seu mundo particular e adotar a perspectiva do outro.

No episódio que analisamos, vimos como foi importante a atitude da professora de estabelecer estados de intersubjetividade, por exemplo, em torno do conceito de ancestral comum. Neste caso, um dos recursos que auxiliaram nessa construção foi o uso do dêitico “a gente” para impor um consenso na turma em torno de uma ideia científica: “**A gente viu que/ um dos pontos da teoria da evolução é o ancestral comum. Não é verdade?**”

USO DA LINGUAGEM: FORMAS DE FALAR SOBRE ADAPTAÇÃO

Os estudos que empregam perfis conceituais para analisar interações discursivas em sala de aula apontam que o(a) professor(a) deve promover a negociação e construção de compromissos epistemológicos e ontológicos que estruturam modos de pensar um conceito que se pretende ensinar, como deve, igualmente, estar atento e negociar as formas de falar sobre este conceito.

A aplicação do perfil de adaptação à análise de episódios de ensino tornou evidente, por exemplo, que uma das estratégias discursivas fundamentais para o desenvolvimento do conceito darwinista de adaptação em sala de aula é a mudança do tipo de agência das narrativas transformacionais construídas pelos estudantes. Essas narrativas têm os organismos como agentes da própria mudança adaptativa. As marcas distintivas desse modo de falar é o uso recorrente da expressão “teve de se adaptar”, de enunciados teleológicos e o recurso à personificação e a antropomorfismos. Em nosso estudo, a professora, ao propor desafios e fornecer apoio aos estudantes, conseguiu deslocar o papel da agência dos organismos para populações de organismo, e, em seguida, para as pressões seletivas exercidas pelo meio. Nessas novas narrativas, os organismos deixaram de desempenhar o papel de agentes e passaram a ser objetos de forças evolutivas, internas e externas a eles. As marcas linguísticas representativas desse novo modo de falar é o uso recorrente de expressões como “sofreu mudanças”, “foram favorecidos”, “foram selecionados”.

Em trabalho anterior (Sepulveda & El-Hani, 2014), desenvolvemos uma ferramenta para auxiliar os(as) professores(as) a promover e avaliar a apropriação do modo darwinista de falar sobre a origem da diversidade orgânica por meio do conceito de adaptação. Trata-se de um diagrama temático (Lemke, 1990) construído para representar a estrutura semântica de uma narrativa darwinista para explicar a mudança adaptativa, tal como desenvolvida na linguagem social da ciência escolar.

A construção de diagramas temáticos foi proposta por Lemke (1990) como ferramenta para interpretar a ciência falada no diálogo entre professor e aluno. Os diagramas temáticos são representações gráficas das relações semânticas que se estabelecem entre termos conceituais – designados “itens temáticos” – que descrevem o conteúdo temático de um conteúdo científico de uma área particular.

No nosso caso, extraímos de livros didáticos de Biologia do ensino médio, trechos que explicavam mudanças adaptativas, e selecionamos os itens mais recorrentes e as relações semânticas entre eles, quando compatíveis com análises epistemológicas da explicação seletional (por exemplo, Caponi, 2002). A junção dessas relações deu origem a um padrão temático representado no diagrama temático (Sepulveda & El-Hani, 2014) ilustrado na Figura 4.

Neste diagrama, as relações semânticas são apresentadas na forma de pares que descrevem o papel que cada um dos dois itens desempenha na relação. A abreviação antes da barra (/) consiste no papel desempenhado pelo primeiro termo da relação, e, depois da barra, no papel desempenhado pelo segundo termo. Essas relações são generalizações das diferentes formas gramaticais de expressar o modo como os significados de duas palavras ou dois enunciados se encontram relacionados.

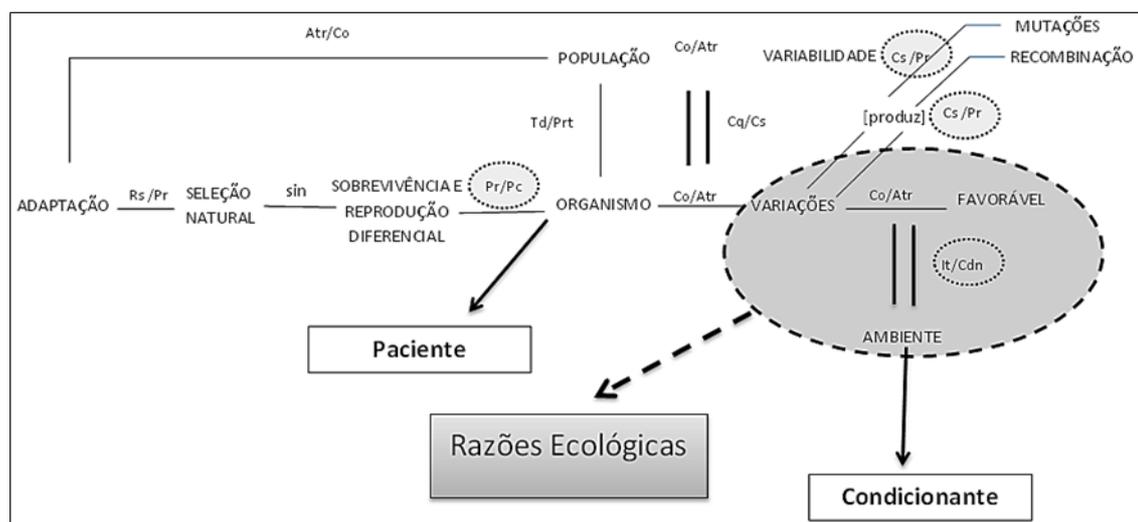


Figura 4 – Diagrama temático de uma narrativa darwinista sobre mudança adaptativa e suas contribuições para a compreensão da natureza causal da explicação seletional. Reproduzida de Sepulveda & El-Hani, 2014.

O diagrama ilustrado na Figura 4 pode ser traduzido pela seguinte narrativa: (1) Os organismos têm como atributo ter variações (Organismos – Co/Art – Variações); os organismos fazem parte de uma população (Organismos – Prt/Td – População) de modo que um atributo da população é a variabilidade (Variabilidade – Atr/Co – Populações); as variações surgem por mutações (Mutações – Cs/Pr – [surgir] Variações) e recombinações (Recombinações – Cs/Pr – [surgir] Variações); a depender do ambiente, algumas dessas variações terão o atributo de ser favoráveis (Variações – Co/Atr – Favorável = It/Cnd = Ambiente); os organismos portadores dessas variações são pacientes da sobrevivência e reprodução diferencial (Sobrevivência e reprodução diferencial – Pr/Pc – Organismos) e da seleção natural (Seleção Natural – Pr/Pc – Organismos), já que a seleção natural significa, em última instância, a sobrevivência e reprodução diferencial de organismos de uma população (Seleção Natural – Sin – Sobrevivência e reprodução diferencial); (2) A seleção natural tem como resultado a adaptação (Seleção Natural – Pr/Rs – Adaptação), e esta é um atributo da população (Adaptação – Atr/Co – População)⁷.

O papel deste diagrama é evidenciar os aspectos centrais da forma de falar sobre adaptação em que a linguagem da ciência escolar difere da linguagem cotidiana (Sepulveda & El-Hani, 2014). Destacamos: (1) os organismos são pacientes e não agentes do processo evolutivo; (2) o ambiente não é agente, nem da transformação direta das formas orgânicas, nem da seleção de variantes, mas um condicionante (dispõe as condições) para que determinadas variantes fenotípicas tenham maior valor adaptativo que as variantes alternativas; (3) a adaptação não precede a seleção natural mas resulta dela; (4) a adaptação não é um processo, portanto, mas o resultado de um processo; (5) a adaptação não é atributo de um organismo ou característica, mas sim atributo da população; (6) os eventos de mutação e recombinação no diagrama têm relação causal com a produção de variantes fenotípicas, e não causam diretamente a mudança adaptativa da população.

Ao longo das interações discursivas, os(as) professores(as) devem estar atentos(as) a como algumas dessas relações estão sendo empregadas nos enunciados pelos estudantes, para que, por meio de estratégias como remodelagem desses enunciados, e abordagens explícitas de demarcação de formas de falar distintas, levem os estudantes a ter consciência das diversas formas de falar e a se apropriar da forma darwinista escolar de falar sobre a origem da diversidade orgânica utilizando o conceito de adaptação. Assim, por exemplo, devem ser problematizados enunciados como “as bactérias desenvolveram resistência”, “os pássaros tiveram de se adaptar às novas fontes de alimentos” (Organismos – Ag/Pr – Adaptação), “organismos se adaptaram às condições ambientais” (Organismos – Ag/Pr – Adaptação), “os organismos mais bem adaptados sobreviveram” (Adaptação – Atr/Co – Organismo), e apresentados como alternativas “as bactérias menos susceptíveis foram selecionadas” (Organismos – Pc/Pr – Adaptação), “o resultado do uso constante e indevido de antibióticos foi o surgimento de linhagens multirresistentes de bactérias” (Seleção Natural – Pr/Rs – Adaptação – Atr/Co – População); “Nas condições de abundância de sementes grandes, os pássaros com bicos maiores foram selecionados” (Ambiente – Cnd/It – [variação – Co/Atr – Favorável] –

⁷Abreviaturas das relações semânticas: Td/Prt (todo/parte); Co/At (coisa/atributo); Pr/Pc (processo/paciente); Pr/Rs (processo/resultado); Cs/Pr (causa/processo); Sin (sinônimo); It/Cnd (Item condicionado/condição).

Atr/Co – Organismo – Pc/Pr – Seleção Natural) , “os organismos portadores de características mais eficientes na exploração de recursos tiveram maior taxa de sobrevivência” ([variação – Co/Atr – Favorável] – Atr/Co – Organismo – Pc/Pr – sobrevivência diferencial).

PRINCÍPIOS DE *DESIGN* PARA INTERVENÇÕES DE ENSINO MÉDIO DE EVOLUÇÃO POR SELEÇÃO NATURAL

Como previsto na metodologia representada na Figura 1, as informações discutidas nas seções anteriores, com base no exame dos resultados de pesquisa em perfis, podem ser sistematizadas na forma de princípios de *design*.

Para tanto, será adotada a seguinte formulação para enunciá-los, resultante de uma adaptação da formulação de van den Akker por Sarmento (2016):

Se você deseja construir uma intervenção X para o propósito/função Y em um contexto Z, é aconselhável:

- (1) Adotar a característica A, para o propósito/função y1, realizando o procedimento K, em razão do argumento P.
- (2) Adotar a característica B, para o propósito/função y2, realizando o procedimento L, em razão do argumento Q.
- (3) Adotar a característica C, para o propósito/função y3, realizando o procedimento M, em razão do argumento R. [...]

Com base nesta formulação e nas informações sobre rotas de aprendizagem, contextos de ensino, dinâmicas discursivas e estados de intersubjetividade que fazem emergir modos de pensar o conceito de adaptação, e cuidados no uso da linguagem que auxiliam estudantes na apropriação do modo darwinista escolar de falar sobre diversificação e adaptação da forma orgânica, apresento a seguir um conjunto de princípios que podem orientar professores no planejamento de intervenções para ensino de evolução:

Se você deseja construir uma intervenção educacional sobre evolução para promover a compreensão do conceito darwinista de adaptação no contexto do ensino, de explicações evolutivas para a diversidade da forma orgânica em salas de aula do ensino médio de Biologia, é aconselhável:

- (1) Investir na construção do problema do *design* para desenvolver a percepção de que a adaptação é um padrão na natureza e um fenômeno que merece explicação. Para tanto, realizar atividades de análise de correlação entre estrutura e função de características adaptativas que se diversificam em um grupo taxonômico, e as condições de vida de seus portadores. Por exemplo, o exame da diversidade de forma e tamanho dos bicos das espécies de Tentilhões de Galápagos e sua correlação com hábito alimentar e recursos que exploram (Sepulveda, 2010). Uma razão para adotar este procedimento está no fato de que tais atividades têm o potencial de promover a negociação entre os compromissos que sustentam as zonas funcionalismo intraorgânico e ajuste providencial, podendo ainda fazer emergir alguns compromissos da zona variacional, caso, ao analisar as condições de vida, problematize-se a complexidade das relações entre organismos e meio.
- (2) Proporcionar a resolução de situações-problemas sobre diversificação de espécies que apresentem dados de distribuição geográfica, eficácia diferencial de variantes fenotípicas de populações em explorar recursos e de mudanças demográficas resultantes de mudanças ambientais, para possibilitar que o aluno desenvolva uma perspectiva histórica para explicar o problema do *design* e diversidade da forma orgânica, e pensamento populacional. É fato que essas atividades encorajam os estudantes a propor explicações narrativas, de modo a promover negociação de compromissos das duas primeiras zonas do perfil em direção a uma perspectiva histórica de significar o conceito de adaptação. Provavelmente, de início por meio de uma perspectiva transformacional, que pode ser negociada em direção à variacional. Essa negociação será facilitada pelo exame de dados acerca de mudanças demográficas resultantes de mudanças ambientais e sua relação com eficiência diferencial de variantes das populações em situações ambientais distintas, uma vez que propicia ao estudante operar com base no pensamento populacional.
- (3) Manter coexistência amigável com o uso de linguagem teleológica e antropomórfica, em situações em que os alunos estão usando o pensamento narrativo na explicação da diversificação da forma orgânica, para promover o desenvolvimento de uma perspectiva histórica para explicar adaptação, em razão de que é por meio dessa linguagem própria da linguagem social cotidiana que os estudantes se

aproximam da linguagem social da ciência escolar, e, no caso específico do conceito de adaptação, têm negociado o compromisso de interpretar esse conceito como uma propriedade providencialmente dada a uma estrutura ou organismo em direção ao compromisso de interpretá-lo como um processo ou o resultado de processo de mudança evolutiva.

- (4) Realizar exames da eficiência diferencial de variantes fenotípicas de uma população por meio de simulações experimentais de mudança populacional decorrente de mudança ambiental ou de regime seletivo para desenvolver o pensamento populacional e promover a compreensão do conceito de variação intrapopulacional e do mecanismo variacional de evolução. Atividades dessa natureza, como o jogo dos Clípsitacídeos (Reis *et al.*, 2013), têm se mostrado eficazes na negociação de compromissos das zonas transformacionais – a exemplo do pensamento essencialista –, ao tempo em que proporcionam o desenvolvimento de compromissos que sustentam a perspectiva variacional (Sepulveda, 2010). Por meio delas, é possível ao estudante compreender que é o ambiente que condiciona se uma variante fenotípica terá o atributo de ser vantajosa naquele regime seletivo. Essa noção está relacionada ao que Brandon (1996, citado por Caponi, 2000) se refere como análise ecológica, o exame de quais são as razões ecológicas para que uma variante opere como fator adaptativo – por exemplo, bico grande em situações de seca recorrente em que apenas sementes grandes e duras estão disponíveis. Segundo Caponi (2000), essa análise é necessária para que o princípio de seleção natural cumpra seu poder explicativo (Caponi, 2000). No diagrama semântico representado na Figura 4, as relações semânticas que constituem uma análise desta natureza estão destacadas dentro de um círculo tracejado e preenchido com a cor cinza escuro.
- (5) Orientar estudantes para aplicação da seleção natural na resolução de questões sociocientíficas que tenham significado para eles, para promover a compreensão de que a adaptação é resultado da seleção natural e para oportunizar a apropriação de um modo variacional (darwinista escolar) de falar sobre adaptação. Essas situações-problemas podem ser estruturadas com base em casos relativos à resistência bacteriana a antibióticos ou à resistência de insetos a inseticidas, ou ainda às dificuldades para produzir uma vacina de controle da AIDS, por meio de apresentação de cenários a serem interpretados (Sepulveda, 2010), ou elaboradas utilizando a abordagem metodológica das questões sociocientíficas (Sadler, 2005; Conrado *et al.*, 2012; Conrado & Nunes Neto, 2018). A razão para adotar essas atividades é que, ao guiarmos estudantes na resolução de situações-problemas novas e que têm relação com situações cotidianas ou de caráter mais contextual, damos a eles oportunidade de operar com o conceito e avaliar o valor pragmático de certos modos de pensar e falar, auxiliando-os na tomada de consciência do perfil conceitual.
- (6) Examinar explicitamente a distinção entre formas de falar da linguagem cotidiana e da linguagem social da ciência escolar e suas relações com modos de pensar, por meio da análise das relações semânticas estabelecidas entre termos conceituais (itens temáticos) em diferentes narrativas construídas em sala e apresentadas em textos didáticos, tendo como parâmetro, por exemplo, o diagrama temático apresentado na Figura 4, para promover a apropriação de um modo variacional (darwinista escolar) de falar sobre adaptação. Estudos em perfis conceituais apontam que as mudanças nos modos de pensar são acompanhadas por mudanças nas formas de falar (Mortimer, 2001; Sepulveda, 2010; Sepulveda, Mortimer & El-Hani, 2014, 2020). Esses dados são consistentes com a orientação teórica de perspectivas socioculturais de aprendizagem, de acordo com as quais aprender ciências é em grande medida apropriar-se de seu modo de falar, ser introduzido à linguagem social da ciência escolar (Lemke, 1990; Mortimer & Scott, 2003). Essa linguagem tem uma série de características estilísticas e sintáticas próprias de seu modo de descrever, interpretar e explicar os fenômenos que investiga, bastante distinta da linguagem cotidiana (Lemke, 1990; Mortimer, 1998), de modo que para que os alunos sejam falantes dessa linguagem é preciso que tal distinção seja explicitamente ensinada.
- (7) Usar estratégias enunciativas e recursos linguísticos que auxiliem no estabelecimento de estados progressivos de intersubjetividade que dirijam as interações para a construção de univocidade em torno de uma perspectiva evolutiva variacional de explicar a origem da diversidade orgânica – inicialmente, situando os estudantes no grupo social de estudantes de biologia, e restringindo a explicação para o âmbito desse campo do conhecimento, ao introduzir por uma abordagem comunicativa de autoridade conceitos centrais da perspectiva darwinista, e construindo univocidade em torno deles –; é o caso, por exemplo, dos conceitos de descendência comum e variação intraespecífica. Nestes casos, é estratégico o uso do dêitico “a gente” “nós” e/ou de expressões “estamos de acordo de que”, “uma vez que adotamos a noção de que”. Os estudos em perfis conceituais têm apontado que, para além das atividades de ensino adequadas, tem sido decisivo para o desenvolvimento conceitual, o discurso construído em torno delas (Aguilar & Mortimer, 2005; Mortimer & Machado, 2000; Mortimer, 2001; Sepulveda, Mortimer, & El-Hani, 2014). Entre as

estratégias de uso do discurso pelos(as) professores(as), tem se destacado a importância de uma tensão entre as abordagens comunicativas dialógicas e de autoridade (Aguiar & Mortimer, 2005; Scott, Mortimer, & Aguiar, 2006; Aguiar, Mortimer, & Scott, 2010) e construção de estados de intersubjetividade e univocidade em torno de pontos de vista da ciência escolar (Mortimer, 2001).

CONCLUSÃO

Neste trabalho, propus uma estratégia metodológica de como fazer uso dos resultados de pesquisas em perfis conceituais no planejamento de ensino conceitual de ciências, por meio da sistematização das informações sobre polissemia e gênese de conceitos – organizadas nos perfis disponíveis na literatura – e sobre rotas de aprendizagem e processos de significação dos conceitos em diferentes contextos de ensino, obtidas através de análise discursiva de episódios de ensino à luz destes modelos.

A base teórico-metodológica dessa estratégia é que tais informações sejam enunciadas na forma de princípios de *design*, empregando-se formulações propostas na literatura em pesquisa de *design* educacional (*educational design research*), tal como aquela proposta por van den Akker, por exemplo. A escolha e defesa desta via estão assentadas na crença de que os princípios de *design* são uma forma eficaz de gerar e disponibilizar conhecimento proposicional, enunciado em linguagem e vocabulário compartilhados por docentes e pesquisadores (Sepulveda *et al.*, 2016). Ao relacionarem propósitos de ensino às características substantivas (como abordagens metodológicas) e às características procedimentais (atividades e estratégias didáticas), os princípios aproximam os resultados de pesquisa educacional à linguagem social da prática docente. O terceiro elemento dos princípios, as razões pelas quais são indicados os referidos propósitos e características, transforma os dados de pesquisas empíricas e os construtos teóricos que os fundamentam ou que deles derivam em informações que auxiliam os professores e as professoras no julgamento e na tomada de decisão de adotar ou não tais propósitos e características no desenvolvimento de suas ações pedagógicas.

A estratégia metodológica desenvolvida neste artigo está sendo apresentada como um dos caminhos possíveis para que o programa de perfis possa dar uma contribuição efetiva para a sala de aula. No entanto, considero que para que tal caminho seja construído de modo legítimo e eficaz é preciso avançarmos em duas direções conjuntas: (1) o desenvolvimento de uma “forma de falar sobre o programa de pesquisa em perfis” menos obscuro e densa e mais próxima da linguagem social da prática pedagógica, gerando um repertório compartilhado entre pesquisadores e professores da educação básica; e (2) a construção de uma prática social de trabalho/pesquisa colaborativo entre pesquisadores e professores da educação básica, no planejamento, desenvolvimento e aplicação de intervenções educacionais baseadas nessa metodologia.

Ao aplicar a referida metodologia aos resultados das pesquisas com um perfil de adaptação, espero ter, também, disponibilizado informações úteis e passíveis de serem utilizadas por professores(as) para planejamento de ensino do pensamento darwinista, em especial, da teoria evolutiva por seleção natural, em salas de aula do ensino médio de Biologia.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, O. G., Jr. (2014). The implications of the conceptual profile in science teaching: an example from a teaching sequence in thermal physics. In E. F. Mortimer & C. N. El-Hani (Eds.). *Conceptual Profiles: A theory of teaching and learning Scientific Concepts* (pp. 235-259). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Aguiar, O. G., Jr., & Mortimer, E. F. (2005). Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva de uma aula de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2), 179-207. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/516/313>
- Aguiar, O. G., Jr., Mortimer, E. F., & Scott, P. (2010). Learning from and responding to students' questions: The authoritative and dialogic tension. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 174-193. <https://doi.org/10.1002/tea.20315>
- Amaral, E. M. R. (2004). *Perfil conceitual para a segunda lei da termodinâmica aplicada às transformações físicas e químicas e dinâmica discursiva em uma sala de aula de química do ensino médio*. (Tese de doutorado). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

- Amaral, E. M. R., & Mortimer, E. F. (2001). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira em Educação em Ciências*, 1(3), 5-18. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4154/2719>
- Amaral, E. M. R., Mortimer, E. F., & Scott, P. A. (2014). Conceptual profile of entropy and spontaneity: characterising modes of thinking and ways of speaking in the classroom. In E. F. Mortimer & C. N. El-Hani (Eds.). *Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts* (pp. 201-234). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Ash, D. (2008). Thematic Continuities: Talking and Thinking about adaptation in socially complex classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 1-30. <https://doi.org/10.1002/tea.20199>
- Bachelard, G. (1936/1984). *A filosofia do não*. Coleção Os pensadores. São Paulo, SP: Abril Cultural.
- Bakhtin, M. M. (1981). Discourse in the novel. In M. Holquist (Ed.). *Dialogical Imagination*. Austin, United States of America: University of Texas Press.
- Barbosa, J. C., & Oliveira, A. M. de (2015). Por que a Pesquisa de Desenvolvimento na Educação Matemática? *Perspectivas da Educação Matemática*, 8(18), 526-546. Recuperado de <http://www.seer.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/1462/969>
- Caponi, G. (2000). La regla de Darwin. *Principia*, 4(1), 27-77. <https://doi.org/10.5007/%25x>
- Caponi, G. (2002). Explicación selesional y explicación funcional: la teleologia en la Biología contemporánea. *Episteme*, 14, 57-88. Recuperado de <http://scientiaestudia.org.br/associac/gustavocaponi/explicacionseleccional.pdf>
- Caponi, G. (2006). El viviente y su medio: Antes y después de Darwin. *Scientiae Studia*, 4(1), 9-43. <https://doi.org/10.1590/S1678-31662006000100002>
- Conrado, D. M., Leal, F. B., Carvalho, I. N., Cruz, L. M. S., Souza, M. M. O. R., Almeida, T. P., Moura, U. O., Sepulveda, C., & El-Hani, C. N. (2012). Uso do conhecimento evolutivo na tomada de decisão de estudantes do ensino médio sobre questões socioambientais. *Revista Contemporânea de Educação*, 7(14). <https://doi.org/10.20500/rce.v7i14.1675>
- Conrado, D., & Nunes Neto, N. (2018) Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In D. Conrado & N. Nunes Neto (Orgs.). *Questão Sociocientífica: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 77-120). Salvador, BA: EDUFBA.
- Coutinho, F. A. (2005). *Construção de um perfil conceitual de vida*. (Tese de doutorado). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Recuperado de <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/FAEC-85RHZ8>
- El-Hani, C. N., & Meyer, D. (2007). A evolução da teoria darwiniana. *Scientific American Brasil*, 81-91, 14 de junho.
- El-Hani, C. N., & Mortimer, E. F. (2007). Multicultural Education, Pragmatism, and the Goals of Science Teaching. *Cultural Studies of Science Education*, 2(4), 657-687. <https://doi.org/10.1007/s11422-007-9064-y>
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: language, learning and values*. Norwood, United States of America: Ablex.
- Levins, R., & Lewontin R. (1985). *The dialectical biologist*. Cambridge, England: Harvard University Press.
- Martínez, R. I. P. (2015). Perfil conceitual de calor e conglomerados de relevâncias em comunidades culturalmente diferenciadas. (Tese de doutorado). Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Matta, A. E. R., Silva, F. P. S., & Boaventura, E. M. (2014). Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. *Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade*, 23(42), 23-36. Recuperado de <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/1025>

- Mattos, C. R. (2014) Conceptual profile as a model of a complex world. In E. F. Mortimer, & C. N. El-Hani (Eds.). *Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts* (pp. 263-292). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Mayr, E. (1982). *The growth of biological thought*. Cambridge, England: Harvard University Press.
- Mayr, E. (2005) *Biologia, ciência única*. Tradução Marcelo Leite. São Paulo, SP: Companhia das Letras.
- Meyer, D., & El-Hani, C. N. (2005). *Evolução: o sentido da Biologia*. São Paulo, SP: Unesp.
- Mckenney, S., & Reeves, T. (2012). *Conducting educational design research*. London, England: Routledge.
- Mortimer, E. F. (1994). *Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais*. (Tese de doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Mortimer, E. F. (1997). Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. *Química Nova*, 20(2), 200-207. Recuperado de https://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=3284
- Mortimer, E. F. (1998). Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o Ensino de Ciências. In A. Chassot & R. J. Oliveira (Orgs.) *Ciência, ética e cultura na educação* (pp. 99-118). São Leopoldo, RS: UNISINOS.
- Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte, MG: Editora UFMG.
- Mortimer, E. F. (2001). Perfil conceptual: formas de pensar y hablar en las classes de ciencias. *Infancia y Aprendizaje*, 24(4), 475-490. <https://doi.org/10.1174/021037001317117402>
- Mortimer, E., & El-Hani, C. N. (2014). *Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Mortimer, E. F., & Machado, A. H. (2000). Anomalies and Conflicts in Classroom Discourse. *Science Education*, 84(4), 429-444. [https://doi: 10.1002/1098-237X\(200007\)84:4%3C429::AID-SCE1%3E3.0.CO;2-%23](https://doi: 10.1002/1098-237X(200007)84:4%3C429::AID-SCE1%3E3.0.CO;2-%23)
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3), 283-306. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/562/355>
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Philadelphia, United States of America: Open University Press.
- Mortimer, E. F., El Hani, C. N., Sepulveda, C., Amaral, E. M. R., Coutinho, F. A., & Silva, F. A. R. E. (2014). Methodological grounds of the conceptual profile research program. In E. F. Mortimer & C. N. El-Hani (Eds.). *Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts* (pp. 67-100). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Plomp, T. (2009). Educational Design Research: an Introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.) *An introduction to educational Design Research* (pp. 9-35). Enschede, Netherlands: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Plomp, T. (2018). Pesquisa-aplicação em educação: uma introdução. In T. Plomp, N. Nieveen, E. Nonato & A. Matta (Org.) *Pesquisa-Aplicação em Educação: uma introdução* (pp. 25-66). São Paulo, SP: Artesanato Educacional.
- Plomp, T., & Nieveen N. (2009). *An introduction to educational Design Research*. Enschede, Netherlands: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Plomp, T., Nieveen, N., Nonato, N., & Matta, A. (2018). *Pesquisa-Aplicação em Educação: uma introdução*. São Paulo, SP: Artesanato Educacional.
- Reis, V. P. G. S. (2018). *Um perfil conceitual de herança biológica: investigando dimensões epistemológicas e axiológicas de significação do conceito no contexto do ensino médio de genética*. (Tese de doutorado).

Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. Recuperado de https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/tese_vanessa_reis_versao_final_para_homologacao.pdf

- Reis, V. P. G., Carneiro, M. C. L., Amarante, A. L. A. P. C., Almeida, C. A., Sepulveda, C., & El-Hani, C. N. (2013). O jogo dos clípsitacídeos: uma simulação do processo de seleção natural como estratégia didática para ensino de ciências. *Ciência em Tela*, 6(2), 1-18. Recuperado de <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0602sa01.pdf>
- Rommetveit, R. (1979). Deep structure of sentence versus message structure: Some critical remarks on current paradigms, and suggestions for an alternative approach. In R. Rommetveit & R. Blakar. *Studies of language, thought and verbal communication* (pp.17-33. London, England: Academic Press.
- Sadler, T. (2005). Evolutionary theory as a guide to socioscientific decision-making. *Journal of Biological Education*, 39(2), 68-72 <https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655964>
- Sarmiento, A. N. de H. (2016). *Como ensinar citologia e promover uma visão informada de ciência no nível médio de escolaridade*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. Recuperado de <https://ppgefhc.ufba.br/pt-br/como-ensinar-citologia-e-promover-uma-visao-informada-da-ciencia-no-nivel-medio-de-escolaridade>
- Scott, P., Mortimer, E. F., & Aguiar Jr., O. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631 <https://doi.org/10.1002/sce.20131>
- Sepulveda, C. (2010). *Perfil conceitual de adaptação: Uma ferramenta para a análise de discurso em salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. Recuperado de https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/clauidiasepulveda_homologacao.pdf
- Sepulveda, C., & El Hani, C. N. (2008). Adaptacionismo versus exaptacionismo: o que este debate tem a dizer ao ensino de evolução? *Ciência & Ambiente*, 36, 93-124.
- Sepulveda, C., & El-Hani, C. N. (2012). Obstáculos epistemológicos y ontológicos en la comprensión del concepto darwinista de adaptación: implicaciones en la enseñanza de evolución. In A. M. Andrade (Org.). *Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las Ciencias Naturales en América Latina* (89-113). Bogota, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Sepulveda, C. & El-Hani, C. N. (2014) Obstáculos epistemológicos e sementes conceituais para a aprendizagem sobre adaptação: uma interpretação epistemológica e sociocultural dos desafios no ensino de evolução. *Acta Scientiae*, 16(2), 237-263. Recuperado de <http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/1159>
- Sepulveda, C., Meyer, D., & El-Hani, C. (2011). Adaptacionismo. In P. C. Abrantes (Org.). *Filosofia da Biologia* (pp. 162-192). São Paulo, SP: Artmed. Recuperado de https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/32184/1/LIVRO_FilosofiaBiologia.pdf
- Sepulveda, C., Mortimer, E. F., & El-Hani, C. N. (2013). Construção de um perfil conceitual de adaptação: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(2), 439-479. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/140>
- Sepulveda, C., Mortimer, E. F., & El-Hani, C. N. (2014). Conceptual profile of adaptation: a tool to investigate evolution learning in biology classrooms. In E. F. Mortimer & C. N. El-Hani (Eds.). *Conceptual profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts* (pp.163-200). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Sepulveda, C., Mortimer, E. F., & El-Hani, C. N. (2020) Analyzing discursive interactions in the context of evolution teaching with a conceptual profile of adaptation. In: C. N. El-Hani, E. F. Mortimer, M. Pietrocola & M. R. Otero (Orgs.). *Science Education Research in Latin America* (pp. 277-306). Leiden, Netherlands: Brill. https://doi.org/10.1163/9789004409088_012

Sepulveda, C., Sarmiento, A. C. de H., Guimarães, A. P. M., Muniz, C. R. R., Almeida, C. A., & El Hani, C. N. (2016). A prática social de pesquisa colaborativa e a controvérsia sobre estatuto epistemológico da pesquisa docente. In C. Sepulveda & M. Almeida (Orgs.). *Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em Ensino de Ciências* (pp. 49-95). Feira de Santana, BA: UEFS Editora.

Tardif, M. (2007). *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis, RJ: Vozes.

van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In J. van Den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen & T. Plomp (Eds.) *Design approaches and tools in education and training* (pp.1-4). Dordrecht, Netherlands: Springer.

van den Akker, J., Gravemeijer, K, McKenney, S., & Nieveen, N. (Eds) (2006). *Educational design research*. London, England: Routledge.

Wertsch, J. V., & Hickmann, M. (1987). Problem solving in social interaction: A microgenetic analysis. In M. Hickmann (Ed.). *Social and functional approaches to language and thought* (pp.251-266). New York, United States of America: Academic Press.

Recebido em: 26.06.2019

Aceito em: 15.06.2020