

## ENSINO DE EVOLUÇÃO HUMANA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA INTERVENÇÃO PARTICIPATIVA PARA APROXIMAR ASPECTOS BIOLÓGICOS E ASPECTOS SOCIOCULTURAIS

*Human Evolution Teaching in Basic Education: A Participatory Intervention for an Approach between biological and socio-cultural aspects*

**Maria Margareth Cancian Roldi** [margacroidi@gmail.com]

**Carime Rodrigues Salim** [carimerodriguessalim@gmail.com]

**Carlos Roberto Campos Pires** [carlosr@ifes.edu.br]

*Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vitória*

*Av. Rio Branco, 50 - Santa Lucia, Vitória – ES*

*Recebido em: 28/11/2017*

*Aceito em: 11/06/2018*

### Resumo

Considerando a evolução como um eixo que perpassa todas as áreas das ciências biológicas, discutimos, neste estudo, o potencial de uma sequência didática (SD), utilizando os princípios teórico-metodológicos da intervenção pedagógica participativa para o ensino de evolução humana e para a compreensão de que o conceito de raça, quando estudado como divisão de populações humanas, a partir de características morfológicas, é incompatível com a teoria da evolução biológica. Os dados foram coletados por meio de gravações em áudio, fotografias, anotações em diário de bordo e relatório dos alunos. A abordagem dos dados ocorreu em uma perspectiva interdisciplinar, utilizando-se do referencial teórico para sua discussão. As atividades exigiram reflexão, debate de ideias e construção de novos conceitos até que a resolução do problema fosse apresentada, levando os alunos a internalizar conceitos durante essa busca e a estabelecer conexões com seu cotidiano. O desenvolvimento da SD revelou momentos de interação, promovendo o diálogo e incentivando a habilidade de argumentação dos alunos. Contemplou, ainda, as competências cognitivas associadas ao conteúdo de evolução humana estabelecida para o Ensino Médio.

**Palavras-chave:** Evolução Humana; Conceito de raça; Intervenção participativa.

### Abstract

Considering evolution as an axis that pervades all areas of the biological sciences, in this study, we discussed the potential of a didactic sequence (SD) using the theoretical methodological principles of participatory intervention for the teaching of human evolution and for the understanding that the concept of race, when studied as a division of human. The data approach took place in an interdisciplinary perspective, using the theoretical framework for its discussion and the data were collected through audio recordings, photographs, logbook annotations and student reports. The activities required reflection, discussion of ideas and construction of new concepts until the problem solving was presented, leading students to internalize concepts during this search and to establish connections with their daily life. The research revealed moments of interaction, promoting dialogue and encouraging students' ability to reason. He also contemplated the cognitive competences associated with the human evolution content established for High School.

**Keywords:** Human evolution; Concept of race; Participatory intervention.

## Introdução

Identificar, classificar, descrever e catalogar as diversas espécies de seres vivos, apesar de configurar-se como tarefa de notória importância, talvez revele, por sua natureza e complexidade, sua impossibilidade de conclusão. Isto, porque muitas espécies já foram, e ainda serão, extintas antes mesmo de terem sido descobertas. Entender como essas espécies se modificaram originando outras espécies, as adaptações que justificam sua sobrevivência e reprodução, a razão das extinções e as relações de parentesco e as diferenças entre elas, emergem como algumas das questões que a antropologia, a arqueologia e a biologia evolutiva tentam explicar por meio do estudo da evolução das espécies.

A respeito dessa discussão, consideramos pertinente citar o geneticista ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900 – 1975), para quem “nada em biologia faz sentido, a não ser à luz da teoria da evolução”. Neste mesmo viés de raciocínio, trazemos outra citação, só que do evolucionista alemão Ernst Mayr (1904 – 2005), para quem “A teoria da evolução é, muito justamente, considerada a maior teoria unificadora em biologia”. Fundados em bases desta natureza, uma das orientações dos PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais é de que os conteúdos de biologia devem ser ministrados com ênfase no caráter ecológico-evolutivo (1998), considerando a evolução como um eixo que perpassa todas as áreas das ciências biológicas, como exemplo, a zoologia, a botânica e a genética (Selles; Ferreira, 2005). As Orientações Curriculares para o ensino médio também evidenciam a importância do ensino de evolução: “Conceitos relativos a este assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas” (Brasil, 2006 p.135) de outras disciplinas curriculares, tais como História e Geografia.

Serve de exemplo desse caráter integrador do tema evolução com outros temas o uso do conceito de “raça pura” ou “raça superior”, uma construção social e ideológica que, por muitos anos, serviu apenas como subterfúgio para justificar a dominação e a exploração de alguns povos sobre outros e, ainda hoje, fundamenta o preconceito e o racismo. Esta pode ser uma discussão com desdobramentos na biologia, na arte, na filosofia, na história, na sociologia e na geografia. A ideia de formar uma “raça humana pura” revela-se tão absurda quanto indesejável do ponto de vista evolutivo, afinal, a variabilidade genética de uma espécie é fundamental para a sua sobrevivência e qualquer tentativa de “limpeza racial” e homogeneização ameaçaria esta sobrevivência. Este é o ponto de vista da biologia, mas esta discussão pode se ramificar e envolver outras esferas do conhecimento, levando o aluno a compreender que a teoria da evolução unifica fenômenos e conhecimentos da cultura humana que, aparentemente, não têm relação entre si.

Interloquções desta natureza se repetem em muitas outras situações agregando conhecimentos da biologia molecular, bioquímica e genética que contribuem para reforçar e consolidar a abordagem sistêmica e interdisciplinar que o conteúdo de evolução possibilita. No entanto, interloquções menos óbvias também podem ser exploradas. As geociências, por exemplo, podem se valer dos avanços no conhecimento sobre a evolução biológica das espécies e sua dinâmica de migração para reconstituir as principais características estruturais da superfície da Terra. Outra possibilidade de abordagem da perspectiva das geociências diz respeito ao evento geológico que fraturou o leste africano criando um *rift*, que isolou os indivíduos e os primeiros primatas de um lado, forçando-os à evolução por um fenômeno chamado de especiação por isolamento geográfico. Tal evento ocorreu a partir de 10 M.a e foi primordial para nossa evolução. Desta ótica, a história da evolução biológica dos seres vivos enriquece a história de formação do

planeta Terra, vinculando, assim, evolução à geologia. Carneiro (2004) contribui com essa discussão ao defender que o ensino de ciências deveria ser conduzido à luz da evolução, tornando o ensino tradicional e estático em um ensino histórico, contextualizado, interpretando a dinâmica do passado para explicar o presente, bem como do conhecimento presente para justificar o passado, utilizando-se, portanto, do princípio geológico chamado de uniformitarismo.

O ensino de evolução quando extrapola os limites curriculares da disciplina de biologia assume um caráter interdisciplinar cujas discussões despertam nos alunos um espírito crítico que os capacita a resolver problemas, formular hipóteses e aplicar o conhecimento adquirido de forma responsável nas diversas situações cotidianas. Esta perspectiva vai de encontro ao que comumente vem ocorrendo, em que o professor de biologia acaba assumindo um papel fundamental: ensinar, sozinho, os conteúdos inerentes à evolução das espécies por meio de abordagens interdisciplinares, motivadoras e críticas de modo a vencer sua desarticulação com os demais campos do conhecimento. No entanto, o ensino de evolução quando valoriza as abordagens destacadas torna-se, muitas vezes, um difícil desafio a ser vencido devido a fatores destacados por Castro e Rosa (2007), como: forte influência de concepções religiosas e defasagens durante a formação profissional do professor que acaba por transformar as discussões a respeito da evolução das espécies, no ensino médio, em uma espécie de campo minado.

Castro e Rosa (2007) reforçam a discussão a respeito da formação inicial dos professores, trazendo para o centro do debate um ponto muito problemático, qual seja, na própria academia, não ocorre o predomínio do ensino de evolução como eixo articulador dos diferentes campos de conhecimento biológico, mas sim, limitado a uma única disciplina. Ou seja, o professor precisa ensinar, na prática, a abordagem de um conteúdo que, na universidade, durante a sua formação, assumiu um enfoque totalmente fragmentado e descontextualizado.

No contexto em que o professor assume uma abordagem integradora, a aprendizagem mediada se apresenta como indispensável, na medida em que a relação aluno/professor se configura em uma interação de sujeitos do conhecimento. Desse modo, uma proposta integradora vai ao encontro da perspectiva sociohistórica de Vygotsky, quanto à organização e à construção do conhecimento. Vygotsky (1998) considera que o desenvolvimento humano é resultado das influências existentes entre os ambientes físicos e os ambientes sociais, portanto, ao mesmo tempo em que o indivíduo transforma o seu meio para suprir suas necessidades básicas, também é por ele transformado, tornando-se aprendiz e mestre simultaneamente, influenciando suas ações futuras. Esses processos de interação homem-meio constituem oportunidades para que a aprendizagem se consolide. Segundo Vygotsky (2007), os instrumentos e os signos validam os pressupostos de que a relação homem-ambiente não é direta, mas decorrente de uma aprendizagem mediada, por meio do qual o aprendiz incorre em diferentes processos internos de desenvolvimento, podendo ser por meio da interação entre os sujeitos do seu próprio ambiente ou em cooperação entre os pares.

Sendo assim, pensando na totalidade do ensino de evolução permeado pelos pressupostos vygotksyanos, defendemos neste artigo uma prática educativa que se ocupa em favorecer aos alunos a habilidade de relacionar os processos evolutivos ao conhecimento científico produzido nas diversas esferas do saber, articulando-os à prática social. Defendemos uma abordagem desprendida dos modelos tradicionais que privam os alunos de uma visão interventiva e contextualizada, os quais não os capacitam para uma (re)leitura da realidade, nela interferindo. Mediante tal perspectiva, discutimos o potencial de uma sequência didática (SD) utilizando uma intervenção participativa para o ensino de evolução humana de modo a levar os discentes à compreensão de que o conceito de raça, quando estudado como divisão de populações humanas, a partir de características morfológicas é incompatível com a teoria da evolução biológica.

Neste artigo desenvolvemos uma análise do conteúdo Evolução humana da perspectiva crítica por meio da implementação de uma sequência didática compreendendo a relevância de uma

abordagem mais ampla, que considere não somente os aspectos biológicos desse processo, mas também a forma como os aspectos socioculturais dialogam com o conteúdo em tela. Como a SD traz problema de investigação formulado, se faz necessário à compreensão da contribuição do ensino por investigação para o ensino de ciências.

### **Contribuições do ensino por investigação para o ensino de ciências**

O ensino de ciência por investigação será utilizado em alguns momentos deste artigo, em diálogo com uma intervenção participativa, com atuação direta do professor, porque proporcionam ao ensino de ciências uma perspectiva crítica.

De acordo com Carvalho (2013), a educação vem sofrendo mudanças desde a segunda metade do século XX, em paralelo às mudanças ocorridas na sociedade. A autora elenca dois fatores que provocaram mudanças na pedagogia que defendia o processo de transferência de conhecimentos por meio da transmissão de conceitos e fórmulas. O primeiro deles foi o aumento “exponencial” da produção de conhecimento, não sendo mais possível ensinar tudo o que se produzia. Assim inicia-se um processo de seleção, privilegiando-se os conhecimentos fundamentais voltando-se para ao processo de obtenção desses conhecimentos. O outro fator foi as pesquisas no campo da epistemologia e da psicologia, desenvolvidos na construção do conhecimento, seja de forma individual ou de forma social.

O professor pode inovar suas práticas pedagógicas de modo a acompanhar as mudanças ocorridas na passagem da sociedade industrial para a sociedade de informação, utilizando-se dos princípios teórico-metodológicos do ensino por investigação. Ao ensinar utilizando-se tal princípio, quem ensina conduz o aprendiz na busca do conhecimento, sem recebê-lo pronto, além de aproximar os conhecimentos científicos dos conhecimentos escolares.

John Dewey foi um dos primeiros a movimentar críticas ao modelo diretivo de ensino, quando observa que o ensino de ciências preocupa-se demasiadamente com o acúmulo de informações, desprezando a maneira de pensar (Barrow, 2006). No início do século XX, Dewey manifestava-se a favor de uma ciência como algo maior do que um conjunto de conhecimentos a serem assimilados, como um processo para aprender. Recomenda uma escola capaz de auxiliar na construção de uma sociedade mais humanizada, norteadas por projetos democráticos (Andrade, 2011; Barrow, 2006).

Para Silva (2014) a partir da década de 1950, o ensino por investigação passa por expressiva avaliação, projetando-se para além do mundo da educação. O entendimento de Rodrigues e Borges (2008) defende que, com o aumento de profissionais cientistas e engenheiros, com o surgimento dos departamentos de pesquisa, o desenvolvimento das indústrias e o aumento de professores de ciências com formação em nível superior, iniciou-se uma massa crítica que pensava que a ciência havia perdido seu rigor acadêmico e se enfraquecia. Esse movimento crítico mantinha uma preocupação com a aplicação prática do conhecimento científico e com o destaque em relação à relevância social e ao interesse do aluno. A proposta, naquele momento, seria que o papel central das escolas deveria apontar para o desenvolvimento de uma inteligência disciplinada e a transmissão de uma herança cultural. As críticas se concentravam na questão de que a educação científica estava voltada, em demasia, para os estudantes com a necessidade de um retorno a uma disciplina mais inflexível (Krasilchik, 2000).

Desta maneira, inicia-se um movimento que se estendeu dos anos de 1950 aos anos 1970, cujos objetivos buscavam formar uma elite científica e manter programas rígidos, em que a concepção da ciência era mantida como uma atividade neutra (Krasilchik, 2000). O que ocorreu, na prática, com a reforma educacional ocorrida a partir da segunda metade do século XX, foi a

preocupação em relacionar os conteúdos e métodos de forma rigorosa e inflexível. Porém, o movimento aceitou que esse rigor poderia ser realizado tanto de forma tradicional quanto por meio do ensino por investigação (Rodrigues; Borges, 2008).

No Brasil, as reformas curriculares ocorridas entre 1950 e 1960 traziam a investigação científica para o ensino de ciências, sendo possível por meio da criação, em 1946, do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura – IBCEC em que eram produzidos manuais de laboratórios e textos, além de equipamentos para a experimentação (Krasilchik, 2000). A mesma autora indica que, nesse período, predominava um modelo de ciência com uma sequência fixa de comportamentos, a partir da identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental dessas hipóteses, permitindo chegar a uma conclusão e a levantar novas questões. Este aspecto fez com que o ensino de ciências, baseado nessa perspectiva investigativa, fosse questionado e criticado, pois sua visão de ensino não proporcionaria uma formação que habilitasse os estudantes para as diferentes situações que teriam que enfrentar na vida, bem como apresentava inconsistências epistemológicas sobre a ciência (Chinn; Malhorta, 2002; Deboer, 2006).

Com esse modelo de ensino de ciências sendo criticado, tentativas de integrar o ensino por investigação com as práticas pedagógicas começaram a ganhar força no Brasil, no final da década de 1970 com a instituição do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Depois disso surge em 2001, o Projeto ABC da Educação Científica – Mão na Massa e, em 2005, a criação do curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais (Cecimig), da Faculdade da Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (Vieira, 2012). Na atualidade, temos variadas visões de ensino de ciências por investigação almejando a compreensão da essência da investigação científica em contextos que antes eram descartados quando da concepção de uma ciência neutra, com método rigoroso nos currículos das décadas de 1950 e 1960 (Vieira, 2012). As diversas concepções utilizam a investigação como metodologia principal para ensinar ciências.

Na perspectiva de Brown *et al.* (1989), na educação, os conceitos são apresentados de maneira abstrata e distante de todo o contexto em que se originou. Segundo Munford e Castro (2007 p.5)

De acordo com esse argumento, seria impossível compreender, de fato, um conceito científico como, por exemplo, seleção natural, de forma desvinculada da investigação de problemas autênticos como aqueles examinados por biólogos evolutivos, inclusive Darwin. Afinal, o conhecimento não seria apenas sensível ao contexto de aprendizagem ou origem, mas verdadeiramente dependente desse contexto.

Para os autores, dessa perspectiva, seria inapropriado separar a aprendizagem de conceitos científicos das práticas em que tais conceitos surgem, vez que tal distanciamento traz implicações para a aprendizagem em ciências. As autoras defendem as abordagens investigativas para o ensino de ciências como uma maneira de aproximar da escola aspectos próprios da prática dos cientistas. Isso não quer dizer que os alunos irão se comportar como pesquisadores, repetindo os passos de uma pesquisa que desenvolve em laboratórios de instituições de pesquisas. Para Carvalho (2013 p.9), é importante esclarecer que ao ensinar, utilizando-se do ensino por investigação, não se tem a pretensão de que os alunos irão pensar ou proceder como cientistas, pelo fato de “não terem idade, nem conhecimentos específicos e nem desenvoltura no uso de ferramentas científicas para tal realização”. A autora propõe uma estratégia simples, por meio de um ambiente investigativo, de modo a ensinar aos alunos em um percurso simplificado do trabalho científico, no sentido de irem paulatinamente ampliando sua cultura científica.

Neste trabalho, compreendemos a cultura científica como a que desenvolve Vogt (2011), que a compreende como um conjunto de fatores, eventos e ações do homem nos processos sociais

relacionados à produção, à difusão, ao ensino e à divulgação dos conhecimentos científicos, de modo a constituir as condições apropriadas para o desenvolvimento de um tipo particular de cultura, qual seja, cultura científica. A proposta é que esta sirva de fundamento para subsidiar tomada de decisão por parte dos cidadãos que participarão do debate político e se tornarão sujeitos de suas escolhas. A cultura científica engendra, pois, três movimentos, conforme nos leciona Vogt (2011), isto é, a cultura da ciência, quando esta é gerada pela ciência; a cultura pela ciência, quando a cultura trabalha em favor da ciência e por último a cultura para a ciência, quando se trabalha para a socialização da ciência na comunidade. O fato é que esta reflexão defende, em última análise, a interação dos atores sociais com temas da ciência e da tecnologia, superando desafios, debatendo políticas, fazendo escolhas, atuando em favor da vida e da harmonia das relações entre homem e ambiente.

Todavia, algumas considerações devem ser apontadas. Munford e Castro (2007) levantam algumas concepções equivocadas do ensino de ciências por investigação como, por exemplo, a crença de que o ensino de ciências por investigação envolva necessariamente atividades práticas ou experimentais ou que se restrinja a elas; a noção de que o ensino de ciências por investigação tenha que ser necessariamente um ensino envolvendo atividades muito “abertas”, nas quais os estudantes tenham autonomia para escolher questões, determinar procedimentos para a investigação e decidir como analisar seus resultados; ou ainda a ideia de que é possível, e até mesmo necessário, ensinar todo o conteúdo de ciências por meio de uma abordagem investigativa.

Azevedo (2004) ressalta que ministrar as aulas por meio das metodologias investigativas configura-se como uma forma de propiciar ao aluno condições para que ele atue no processo de aprendizagem, e acrescenta

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações (Azevedo, 1999, p. 22).

Os princípios teórico-metodológicos do ensino de ciências por investigação demanda tarefas que devem compor situações-problema que estimulem os estudantes na busca de soluções para as questões problematizadoras, internalizando conceitos durante essa busca, permitindo-lhes construir seu conhecimento. Assim, o aluno se torna ativo nesse processo, não se limitando à manipulação ou à observação. O aluno deve refletir, discutir, explicar e relatar, aplicando seus conhecimentos à novas situações (Sá, 2009).

## **Metodologia**

Trata-se de uma pesquisa participante, de natureza qualitativa, focalizando o tema evolução biológica, o qual, por sua dificuldade e complexidade natural, demandou uma discussão com vistas a ser mais bem compreendido em sala de aula. Trata-se de uma intervenção pedagógica participativa organizada pelos professores e por eles aplicada, proporcionando momentos de reflexão e debate entre os estudantes, levando-os ao aprendizado das questões principais. A abordagem dos dados ocorreu em uma perspectiva interdisciplinar, utilizando-se do referencial teórico para sua discussão. Os pressupostos deste estudo originaram-se de problema de investigação formulado, qual seja: a relação entre evolução humana, o conceito de raça e as respectivas questões daí recorrentes. Os dados foram coletados por meio de gravações em áudio, fotografias, anotações em diário de bordo e relatório construído pelos alunos. A identidade dos alunos foi preservada e a utilização dos nomes nas transcrições realizadas é fictícia. Todos os participantes da pesquisa tinham consciência de seu objetivo e sabiam que poderiam desistir a qualquer momento.

Os sujeitos da pesquisa são 36 alunos da 3ª Série do Ensino Médio, do turno noturno de uma escola da rede estadual de ensino localizada no interior do estado do Espírito Santo. Os sujeitos da pesquisa têm em média 18 anos, são brancos com apenas um negro integrando o grupo, divididos entre os sexos masculino e feminino aproximadamente em proporções iguais, residentes na zona rural, sendo filhos de agricultores bem como moradores dos bairros da periferia do município. A escolha do local de pesquisa ocorreu por se tratar da escola na qual um dos autores desta pesquisa leciona a disciplina de biologia. A escola foi escolhida também pelo critério de conveniência, permitindo acesso aos sujeitos da pesquisa e pelo fato de a coordenação ter permitido o desenvolvimento da prática pedagógica.

A escolha do conteúdo evolução humana justifica-se por contemplar alguns dos descritores do Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM, isto é, desenvolver reflexões críticas associadas a um conteúdo cujo domínio se espera que o estudante seja capaz de alcançar com êxito na avaliação. Compreender fenômenos, enfrentar situações-problemas, construir argumentação e elaborar contra-argumentações são alguns dos eixos cognitivos comuns a todas as áreas do conhecimento contemplados nesta proposta. Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos e associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros, são alguns dos descritores referentes à área de conhecimento cuja abordagem intencionamos desenvolver.

Para tanto, implementamos uma sequência didática construída com base no modelo de ensino definido pelo *Biological Science Curriculum Study* (BSCS) conhecido como o modelo dos 5E's (Bybee, 1997). Tal modelo divide-se em cinco fases: Envolver, explorar, explicar, elaborar e avaliar (Anexo 1). Normalmente o modelo se inicia com a fase “envolver”, ou seja, é a fase da motivação, na qual se espera que os alunos desenvolvam curiosidade em relação ao assunto estudado. Para alcançar esse propósito, apresenta-se uma situação problemática que pode ser por meio de uma atividade investigativa e, a partir da situação problemática, insere-se o questionamento, a identificação e a definição do problema, levando-se em consideração as relações entre a nova aprendizagem e os conhecimentos prévios. Na fase explorar, os alunos agem sem a intervenção direta do professor, fortalecendo o diálogo entre os pares, promovendo o conflito sociocognitivo. Nesta fase, os alunos testam suas hipóteses, registram suas observações e discutem os resultados a fim de organizarem a informação recolhida (Bybee, 1997).

Na fase explicar, pretende-se estabelecer uma associação entre as observações, ideias, questionamentos e hipóteses e estimulam-se os alunos a explicar os conceitos que surgiram a partir de sua experiência de aprendizagem, bem como a utilizar os resultados obtidos para fundamentar suas explicações, ouvir criticamente as explicações dos seus pares e do professor, que deverá sistematizar os conceitos utilizando a experiência de aprendizagem dos alunos como base para a discussão. Esta fase caracteriza-se pela intervenção participativa do professor e dos pares. Na fase elaborar, os alunos estabelecem conceitos e os aplicam em uma situação nova, sendo estimulada a argumentação alicerçada nos dados e evidências já conhecidas. Na fase avaliar, os alunos refletem sobre o trabalho que desenvolveram (Bybee, 1997).

## Resultados e discussão

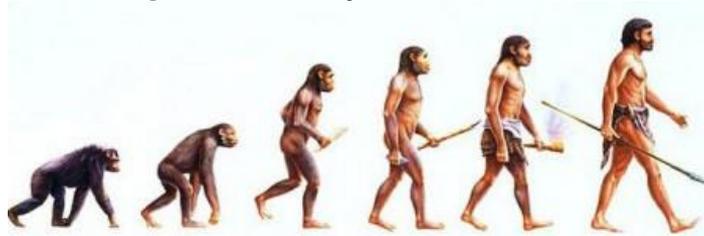
Nas fases envolver e explorar foi apresentado um convite aos alunos para que se organizassem em equipes compostas por paleoantropólogos que partiriam em uma expedição, muito importante, em busca de evidências sobre a evolução humana. Para tal, os alunos foram divididos em seis expedições a fim de levantarem hipóteses acerca de três situações-problema, incluindo as explicações causais formuladas pela equipe. Inicialmente foi estabelecida a diferença entre paleontólogo e paleoantropólogo. As três situações-problema estão descritas a seguir.

1. Suponha que vocês sejam paleoantropólogos e estão planejando uma expedição a um sítio arqueológico onde se presume existir diversos fósseis. O objetivo da expedição é a busca de pistas relacionadas à evolução humana. A primeira parte é definir quais as evidências importantes esperam encontrar. O que vocês procurariam? Por quê?

2. Já em campo, vocês encontram fósseis muito diferentes. Provavelmente são aves, répteis, insetos e até aracnídeos cristalizados em âmbar. Apesar de o paleoantropólogo somente atuar no estudo dos seres humanos e seus antecessores, vocês consideram importante recolher as amostras de fósseis de outros seres vivos. Para levar as amostras ao laboratório, é necessário adotar uma sistemática simples, qual seja, vocês precisarão guardá-los em caixas, agrupados por similaridades, isto é, características que os aproximem. Que organização vocês proporiam para as caixas? Quais os critérios de organização adotados?

3. Já no laboratório, um dos colaboradores apresenta esta imagem (Figura 1) retirada da internet. Embora muito conhecida, ele admite nunca a ter entendido muito bem e pede uma explicação. Que explicação vocês dariam? Em face desse conjunto de questões bastante instigantes, a atividade pedagógica teve início.

**Figura 1** – Evolução linear do homem



Fonte: <http://escolaeducacao.com.br/evolucao-humana/>

Pesquisas realizadas por Carvalho (2006) indicam que, para promover a construção de significados pelos alunos e como consequência a compreensão dos conteúdos, os professores devem propor questões interessantes e desafiadoras aos estudantes para que, ao resolverem os questionamentos propostos, possam conhecer os pontos de vista próprios da cultura científica, promovendo um processo de enculturação. Na visão de Capecchi (2013), problematizar significa formular problemas diferentes daqueles que os alunos estão acostumados a elaborar, de forma a proporcionar oportunidades para que novos conhecimentos sejam construídos. Essa perspectiva dialoga com Gil-Perez (1986), para quem os alunos devem ser estimulados a formular hipóteses para a resolução de situações-problema. Isso, porque são as hipóteses e todo o conhecimento gerado a partir delas que possibilitam aos alunos significarem os resultados, propiciando-lhes o surgimento de novas ideias cuja relação com a situação-problema possa ser testada.

A participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, a interação entre os membros dos grupos, na busca das respostas às situações-problema, contribuiu significativamente para o processo, lhes auxiliando a sintetizar o conteúdo apresentado. Quando os alunos se reúnem para formular hipóteses construídas ao longo de argumentação entre os pares, o resultado é o diálogo e a escolha da hipótese que representará o grupo, corroborando o proposto por Gil-Perez (1986), conforme destacado no diálogo do grupo 5, colhido enquanto discutiam a primeira situação-problema apresentada:

Raphael: Bom, eu acho que a gente deveria procurar fósseis, assim tipo ossos.

Luana: Tá, ossos, mas só isso, não teria mais nada para procurar.

Raphael: É igual à gente vê nos filmes, eles achando ossos e aí levando para o laboratório para estudar.

Rodrigo: Mas também tem aquelas paradas que eles acham como armas que usavam, essas coisas...

Luana: Eu acho que a professora chama de utensílios domésticos

Yago: Sim, então seriam ossos, armas e utensílios domésticos, como o que?

Luana: Pedaçoes de pedra afiadas que eles usavam para cortar a carne para comer, isso é um utensílio doméstico.

Conforme leciona Sá (2009), para ensinar utilizando-se de problematizações, as tarefas devem compor situações-problema que estimulem os estudantes na busca de soluções para as questões, internalizando conceitos durante essa busca, permitindo aos alunos construir seu conhecimento. A construção do conhecimento baseado na argumentação dos componentes do Grupo 5 fica evidenciada na descrição acima. Vale ressaltar que o diálogo e a interação devem ser utilizados como estratégia de ensino e o professor nas aulas de ciências além de dominar o conteúdo deve estar aberto ao diálogo e não pode perder as oportunidades de favorecer e sugerir novas abordagens, a partir das falas do grupo mediado.

Os conhecimentos científicos trabalhados no levantamento de hipóteses, a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, propiciou um campo fértil para a argumentação e o diálogo. Por meio da análise das interações ocorridas durante o desenvolvimento da fase “envolver”, é possível afirmar que esta promoveu a curiosidade dos alunos, explicitando suas concepções prévias e estabelecendo conexões com o seu cotidiano. Leitão (2011, p. 14) corrobora essa reflexão quando, levando em conta essa perspectiva, defende que a argumentação “não é somente uma atividade discursiva da qual os indivíduos eventualmente participam, mas, sobretudo, uma forma básica de pensamento que permeia a vida humana”.

Verificamos certa preocupação, nos alunos, em responder ao que os professores esperavam ouvir. Tal situação exigiu um distanciamento para que os participantes se sentissem mais livres, sem a preocupação do acerto em si, mas com o levantamento das hipóteses para as situações-problema apresentadas. Desenvolver uma investigação, ainda que de forma assistida, demanda algumas habilidades como a de formular questionamentos e respostas. Assim, esta metodologia desperta no aluno acostumado a dar respostas prontas o gosto pela participação menos passiva no processo de aprendizagem, como evidenciadas na experiência aqui relatada. Para isso, o aluno aprende a observar, a levantar hipóteses, a interpretar dados e a construir explicações à luz da ciência.

Na fase “explorar”, foram retomadas as situações-problema, quando foi pedido aos alunos que apresentassem e justificassem suas hipóteses, estimulando os demais a intervirem quando discordassem das hipóteses levantadas, provocando debates e questionamentos. Nesse momento a riqueza do levantamento de hipóteses foi apresentada, gerando uma aula de biologia dialogada e contextualizada. Conforme as respostas dos alunos, os professores conduziram o debate, muitas vezes, entrando em assuntos que não seriam abordados nessa fase, de acordo com a participação dos envolvidos na SD. Assim, o debate permitiu que os estudantes se engajassem nas discussões ao mesmo tempo em que exercitavam a prática do raciocínio por meio de operações cognitivas como a comparação, a análise e a avaliação utilizadas na prática científica (Sasseron, 2015).

Levar em conta argumentação como forma básica de pensamento implica a possibilidade de que ela seja tomada para avaliar processos de construção de entendimento, pois a explicitação da argumentação, em seu ato discursivo, seja pela oralidade seja por registros gráficos, permitiria evidenciar as perspectivas de construção de entendimento de processos, ideias, conceitos e posições. Sob essa perspectiva, ainda que a argumentação explicita pontos de vista divergentes, isso implica e resulta em processos de percepção das divergências e na busca de uma visão convergente, mesmo que provisória e sujeita a novas contraposições (Sasseron, 2015 p. 59).

Para encerrar esse primeiro momento da SD, foi realizada a explicação, de modo dialogado, de pontos que não surgiram no debate, completando a sistematização de conhecimentos sobre

origem e evolução do homem, destacando a importância da fabricação de instrumentos, das diferenças entre bipedismo e bipedalismo, do surgimento da cultura e posteriormente da linguagem para a evolução humana. Esta foi a fase “explicar”, a qual contou com a intervenção participativa do professor.

Os professores conduziram a sistematização dos conhecimentos, contextualizando o tema e buscando fatores que os envolvessem. Também determinaram outros conceitos que serviram de base para a compreensão dos conteúdos estudados, visto que, para a construção dos conceitos biológicos acerca da evolução humana, foi necessário o domínio de conteúdos adjacentes ou subjacentes sem os quais o tema não avançaria. Citamos como exemplo o conteúdo “mecanismos e processos evolutivos”.

Na fase “Elaborar e avaliar”, os alunos construíram um relatório retomando as situações problema. Em seguida, foi verificado se houve mudanças significativas nas respostas, procurando detectar avanços na compreensão do modelo teórico apresentado. No decorrer do desenvolvimento dessa etapa da SD, foi visível o desenvolvimento da compreensão de que a evolução humana não ocorreu de forma linear, como os alunos acreditavam antes do desenvolvimento das atividades. A fala do aluno Miguel fundamenta essa verificação:

Miguel: Nossa! sempre pensei que a evolução humana tivesse acontecido a partir de um homínido e esse foi sofrendo mudanças até chegar no que somos hoje, agora percebo que a evolução não foi linear.

Nesta mesma fase, foram realizadas duas atividades envolvendo o conceito de raça e a sua utilização na sociedade, na perspectiva de trazer o tema evolução para a vivência dos alunos, assim o conteúdo programático deixaria de ser abstrato e passaria a fazer parte do seu cotidiano. A primeira atividade consistiu na leitura do texto “O homem de Piltdown” quando, em duplas, os alunos responderam aos questionamentos conforme apresentados no Anexo 1, com posterior discussão entre os pares. Para estimular os debates, sempre que necessário, os professores realizavam intervenções pedagógicas. Na roda de debates, houve discussões críticas a respeito das pesquisas, dos pesquisadores e das instituições financiadoras das pesquisas. Um dos pontos altos do debate foi o destaque para a utilização do termo “raça” nas políticas e nas formas preconceituosas de se referir a algumas etnias de matriz africana. Também merece menção a referência que foi desenvolvida sobre as bases eurocêntricas do Estado brasileiro, de raízes branca e judaico-cristã.

Para a realização da segunda atividade, foi exibido o filme “Andando com o homem das cavernas”, episódio 2, BBC vídeo Abril, servindo de estímulo ao debate acerca do conceito de raça (Anexo 1). Após a exibição do filme, os alunos foram organizados em círculo para favorecer a condução do debate. As dúvidas foram muitas, os questionamentos variados: “Nossa, olha o que eles comiam!” “Será que eles viajavam de quê para atravessar os mares?” “Como chegaram à Ásia?”. O debate também permitiu ricas discussões acerca do racismo.

Durante todo o desenvolvimento da SD, foi possível evidenciar momentos de interação entre os alunos e as professoras ensejando o diálogo e a discussão argumentativa em oposição à lógica da mera instrução. A intervenção pedagógica participativa contemplou com êxito o desenvolvimento de compreensões críticas associadas ao conteúdo de evolução humana estabelecida para o ensino médio. Merecem destaque os eixos cognitivos tais como: compreender fenômenos (quando os alunos perceberam que a evolução humana ocorreu de modo difuso), enfrentar situações-problemas (quando os alunos identificaram que o conceito de raça é usado de modo preconceituoso na sociedade, apesar de constituirmos uma única raça), construir argumentação (quando os alunos revelaram que o ensino de evolução esbarra em questões fundamentalistas religiosas).

Os alunos percebem que as pesquisas estão em constante revisão, o que aponta para a falibilidade da ciência. Se as pesquisas não possuem soberania uma em relação à outra, os pesquisadores também erram, por isso a importância de outros pesquisadores levantarem questionamentos e, conseqüentemente, implementarem outras pesquisas. A atividade promoveu a (re)construção da concepção do conhecimento científico e de sua produção. Afinal, os alunos perceberam que a fraude, ao ser desmascarada, evidencia o quanto as pesquisas estão em constante revisão, logo não são infalíveis nem soberanas, razão pela qual são contestáveis. A percepção de que as pesquisas no campo da evolução humana estão longe de chegarem a um consenso serviu para evidenciar que para a ciência basta estar a caminho, já que são as dúvidas que movimentam a ciência. Quanto ao tema evolução humana, as dúvidas e as incertezas ultrapassam as certezas. Apresentamos a seguir a transcrição da fala da aluna Luana acerca da ciência em constante revisão.

Luana: Professora, o contexto histórico do momento da descoberta do “homem de Piltdown” era de guerra e tinha muito investimento em pesquisa, por causa da guerra, com isso o cientista era uma figura muito importante e ninguém contestava. E só com outras pesquisas que foi possível desmascarar a fraude.

Outro ponto de destaque foi o questionamento sobre os investimentos em pesquisas, momento em que os alunos compreenderam que, nem sempre, o pesquisador se dedica à pesquisa que realmente gostaria de desenvolver, muitas vezes por não possuir verba disponível. O aluno Raphael questionou que, talvez, seja por isso que não existam tantas pesquisas sobre doenças tropicais, vez que os países ricos investem em muitas pesquisas sobre doenças cardíacas, interessados no retorno financeiro, evidenciando claramente uma ciência a serviço do capital.

Consideramos rica a associação dos eventos relacionados à evolução humana com a realidade e o cotidiano desses sujeitos. Esta associação fica evidente quando na história do Brasil houve um movimento de limpeza étnica na segunda metade do século XIX, movido por uma utopia de civilidade e um desejo higienista de purificar a raça. Alguns estudantes se lembraram da escravidão, marcas de um passado fundado na premissa da superioridade da raça branca sobre a negra, abrasando o debate sobre as cotas raciais, perante o qual alguns alunos se posicionaram reafirmando que o sistema de cotas raciais nas universidades acentua o racismo e que deveria somente ter sistema de cotas relacionadas à renda. Assim, as políticas seriam mais justas e menos discriminatórias. Outros alunos se colocaram a favor das cotas raciais, alegando que os negros foram historicamente discriminados. E o aluno Natan acrescentou:

Natan: Se o conceito de raça é historicamente construído, ele também pode ser desconstruído historicamente, já que biologicamente não existe raça, e sim espécie.

Nos relatórios construídos pelos alunos, havemos de destacar o amadurecimento na busca por solução das questões propostas. A terceira situação problema, por exemplo, foi inicialmente descrita pelos alunos como a evolução humana ocorrendo a partir de um primata atual (o macaco da imagem) por meio de mudanças graduais até chegar ao homem moderno. Quando da construção dos relatórios, a imagem foi criticada. Os alunos entendem que a evolução humana ocorreu a partir de um ancestral comum e a presença dos dados contidos na explicação como a habilidade do bipedalismo, o fabrico de instrumentos e o surgimento da cultura e linguagem são descritos no processo evolutivo. A linguagem foi das mais recentes conquistas não só porque precisávamos de todo um aparato anatômico que favorecesse a articulação de fonemas e sons, mas também a produção de um mundo simbólico que permitisse associar pensamento e linguagem.

Ressaltamos que alguns alunos, mesmo descrevendo o processo evolutivo a partir do conceito da evolução biológica das espécies, questionaram essa premissa e disseram não acreditar nela devido a questões religiosas. Assim, percebemos que alguns alunos dominam o conteúdo, porém, por questões religiosas, o tema não faz sentido para eles. Estudos de Oliveira e Bizzo

(2011) relatam que os estudantes têm dificuldade em aceitar a teoria evolutiva, por serem, influenciados por concepções religiosas.

A riqueza no debate acerca do conceito de raça a partir das pesquisas apresentadas pela revista *Nature* só foi possível devido à condução da SD, na perspectiva do entendimento do conceito de evolução humana de um viés participativo, culminando com os debates citados. Desta maneira, favorecemos a colaboração ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, ensejamos a interação entre os pares e as professoras, membros mais experientes do grupo. Os artigos da *Nature* demandavam uma colaboração mais próxima das professoras tendo em vista tratarem de alguns pontos complexos, como por exemplo, a filogenia aproximada da evolução do gênero *Homo*. De acordo com Carvalho (2013), uma postura dialógica e interativa mostra a relevância, em um processo de aprendizagem, do contato social com outros mais experientes no uso das ferramentas intelectuais. A implicação desse fato para o ensino de ciências demonstra que a interlocução entre os alunos e entre o professor e alunos pode levá-los à argumentação.

Segundo Sasseron (2015) nas aulas de ciências é comum adotar a argumentação e o debate de diferentes pontos de vista, por vezes, expondo opiniões pessoais em debate. A autora argumenta que a adoção da argumentação como estratégia de ensino vai além: “a avaliação de problemas, os processos engendrados para sua resolução e a comunicação de ideias resultam em um trabalho argumentativo de envolvimento com a linguagem científica” (p. 60). A estratégia de ensino descrita pela autora foi desenvolvida em todo o transcurso da SD. A mesma autora entende “por isso, que, em aulas de ciências, a argumentação deflagra a oportunidade conferida aos estudantes para a participação nos processos de construção de entendimento, pois, via de regra, se mantém e se sustenta pelas interações discursivas ocorridas ao longo de uma aula” (p. 60).

Diante do exposto, mudanças no formato de como ensinar evolução humana em toda a educação básica tornam-se necessárias para uma compreensão crítica do conteúdo. Quando estimulamos a criticidade, ensejando o levantamento de hipóteses, como evidenciado na SD, contribuímos para o desenvolvimento das habilidades associadas à compreensão biológica e cultural do conteúdo de evolução humana. Muito antes de tomar a evolução humana como um tema genuinamente biológico, devemos considerar como duas forças, aparentemente tão paradoxais, se encontram para deixar o debate mais valioso, qual seja, a força biológica e a cultural.

O estudo permite considerar que debater o tema Evolução humana nem sempre é unanimidade entre os professores de ciências. Quando perguntado aos alunos, a maioria destacou que já haviam estudado em forma de conteúdo. Essa perspectiva empobrece a complexidade do tema, na medida em que não lhe devota um olhar ecológico-filosófico e sociohistórico. Compreender a evolução do homem e sua posição na Terra demanda abordagens mais dialógicas e menos tradicionais. Além disso, abordagens críticas do tema podem ajudar a superar preconceitos racistas que ainda persistem na sociedade, porque a teoria evolutiva proporciona a compreensão das características fundamentais da vida e as relações dos organismos com seu meio em constante desenvolvimento.

## **Considerações Finais**

Em oposição ao modelo tradicional de ensino dos conteúdos de evolução humana, que prioriza o acúmulo demasiado de informações, destacamos uma estimulante, e possível, alternativa para discutir estes conteúdos no ensino médio. Defendemos uma proposta focada em levar o aluno a construir o conhecimento por meio de abordagens que aproximam os conhecimentos científicos do conhecimento escolar. Esta pesquisa teve por objetivo analisar as potencialidades para desenvolvimento da criticidade a partir da implementação de uma sequência didática, fundamentada

nos princípios metodológicos da intervenção participativa com alguns momentos do ensino por investigação, para a abordagem do conteúdo Evolução humana e a compreensão social e científica do conceito de raça. Neste processo, o aluno foi conduzido a investigar situações-problema propostas pelo professor, com orientações características de um trabalho científico. Tais atividades exigiram reflexão, debate de ideias e construção de novos conceitos até que a resolução do problema fosse apresentada não desprezando a curiosidade e, ao mesmo tempo, valorizando a maneira de pensar dos atores escolares.

Uma abordagem investigativa deve, necessariamente, fazer sentido para o aluno, isto é, ele precisa entender o porquê de estar pesquisando uma determinada situação e identificar-se com ela. Entendemos que a fase “envolver” desta proposta pedagógica motivou e despertou a curiosidade dos alunos em relação ao assunto estudado cumprindo, assim, seu papel. De modo semelhante, na fase “explorar”, quando os alunos foram desafiados a testar suas hipóteses, a prática pedagógica favoreceu discussões, debates e questionamentos que promoveram o conflito sociocognitivo e a (re)organização das informações. Estes resultados também apontam para o êxito da proposta pedagógica, porque demonstram a ampliação da cultura científica dos sujeitos.

Na fase “explicar”, que sucedeu às anteriores, por meio de uma explicação oral, destacou-se a importância do bipedalismo, as diferenças entre bipedismo e quadrupedalismo, do fabrico de ferramentas e a criação da cultura e da linguagem para a evolução humana. Observamos, ao longo das explicações apresentadas, uma substancial sistematização do conhecimento dos alunos que, em vez de apresentarem conceitos soltos, articularam um discurso contextualizado no qual a associação a outros conceitos foi um traço marcante. Já na fase “elaborar”, quando os alunos construíram um relatório retomando as situações problema, eles se mostraram capazes de aplicar os novos conceitos aprendidos a situações cotidianas, evidenciando mudanças significativas na compreensão, por exemplo, de que a evolução humana não ocorreu de forma linear como eles acreditavam até então. Finalmente, na fase “avaliar”, quando analisamos as reflexões dos alunos em relação à atividade desenvolvida, percebemos uma postura crítica nas ponderações. Sobretudo nas que se referem à distinção entre a compreensão e aplicação social e científica do conceito de raça. Aos serem questionados se o conceito de raça ainda é utilizado em nossa sociedade, por exemplo, muitos hesitaram ao responder, mas depois chegaram à conclusão de que sim, este conceito é utilizado, sobretudo, em questões relacionadas à política de cotas.

O aluno, na sequência didática, assumiu um papel participativo no processo de aprendizagem, não se limitando à mera observação, postura comum nos modelos tradicionais de ensino. O desenvolvimento da sequência didática revelou momentos de interação entre os alunos e as professoras promovendo o diálogo e incentivando a habilidade de argumentação dos alunos. Contemplou, ainda, as competências cognitivas associadas ao conteúdo de evolução humana estabelecida para o ensino médio como: compreender fenômenos (quando os alunos perceberam que a evolução humana ocorreu de modo difuso), enfrentar situações-problemas (quando os alunos identificaram que o conceito de raça é usado na sociedade), construir argumentação (quando os alunos revelaram que o ensino de evolução esbarra em questões fundamentalistas). As tarefas propostas revelaram situações problema que estimularam os estudantes na busca de soluções para as questões problematizadoras, levando-os a internalizar conceitos durante essa busca e a estabelecer conexões com seu cotidiano. Acreditamos, portanto, que a utilização da metodologia pedagógica

despertou no aluno, acostumado a dar respostas prontas, a capacidade de observar, a levantar hipóteses, a interpretar dados e construir explicações à luz da teoria científica.

A abordagem do conteúdo Evolução humana demanda um ensino crítico da nossa história evolutiva, evidenciando que o ordenamento do ambiente, reflexo da intelectualidade humana, não se constitui vantagem sobre os outros animais, mas reflete as múltiplas interações sociais, biológicas e culturais pelo homem experienciadas. É preciso, pois lançar luz, no estudo da nossa história evolutiva, sobre a cultura como móbil nessa trajetória. E desse ponto de vista, se sofremos as mesmas pressões seletivas do ambiente como sofrem os outros animais e plantas, se formamos uma única espécie, não seria a hora de vencermos a nós mesmos e deixarmos o racismo para as ideologias científicas do século XIX?

## Referências

Andrade, G. T. B. (2011). Percursos Históricos de Ensinar Ciências Através de Atividades Investigativas. *Revista Ensaio*, v. 13, n. 1, p. 121-138.

Azevedo, M. C. P. S. (2009) Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de Aula. In: CARVALHO, A. M. P. de (org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. 2ª reimp. (1ª ed. 2004), São Paulo: Cengage Learning, p. 19-33.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. (1998) *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC/SEF.

\_\_\_\_\_. (2006). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEF, v 2, 135 p.

Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: from Dewey to standards. *Journal of Science Teacher Education*, v.17, n.3, p.265-278.

Brown, S.; Gillespie, A.; Lugo, A. E. (1989). Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *For Sci* 35:881–902.

Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Carneiro, A. P. N. (2004). *A evolução Biológica aos olhos de professores não-licenciados*. Dissertação. Florianópolis, 187 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina.

Carvalho, A. M. P.; Tinoco, S.C. (2006). O Ensino de Ciências como 'enculturação'. In: Catani, D.B. e Vicentini, P.P., (Orgs.). *Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores*. São Paulo: Escrituras.

Carvalho, A. M. P. (2013). O ensino de ciências e a preposição de sequências de ensino investigativas. In: Carvalho, A. M. P. *Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula*. 1. Ed. São Paulo: Cengage Learning. P. 129-145.

Capecchi, M. C. V. M. (2013). Problematização no ensino de ciências. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula*. 1. Ed. São Paulo: Cengage Learning, p. 21-39.

- Castro, E. C. V.; Rosa, V. L. (2007). “A ética no ensino de Evolução”. In: *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC) – Florianópolis: ABRAPEC.
- Chinn, C; Malhotra, B.A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86:175-218.
- Deboer, G. E. (2006). Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: Flick; Ledreman. *Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Springer.
- Gil-Perez, G. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 4, n. 2, p. 111-112. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/view/50876/92880>>. Acesso em: 25 fev 2017.
- Krasilchik, M. (2000). Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. *São Paulo em Perspectiva*, vol. 14. n. 1.
- Leitão, S. (2011). O lugar da argumentação na construção do conhecimento. In: Leitão, S.; Damianovic, M. C. (Org.), *Argumentação na escola: O conhecimento em construção*. Campinas: Pontes Editores.
- Munford, D.; Castro, L. M. E. C. (2007). Ensinar Ciência por investigação: em que estamos de acordo? Ensaio – *Pesquisa em Educação em Ciência*, Belo Horizonte, v. 9, n.1, p. 72-89.
- Oliveira, G. S.; Bizzo, N. Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n.1, p. 57-79, 2011.
- Rodrigues, B. A.; Borges, A. T. (2008). O ensino de Ciências por investigação: reconstrução histórica. In: XI encontro de pesquisa em ensino de Física, 2008, Curitiba. *Atas do XI EPEF*. Curitiba: UTFPR/UFPR, 2008. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/atas/resumos/T0141-1.pdf>>. Acesso em: 20/01/2017.
- Sá, E. F. (2009). *Discursos de professores sobre o ensino de Ciências por investigação*. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 203 f. Disponível em: < <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/FAEC-84JQPM/200000177.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 31 jan 2017.
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 49-67.
- Selles, S. E.; Ferreira, M. S.(2005). Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: Marandino, M. *et al.* (orgs). *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: EDUFF, 2005, p. 50-62.
- Silva, V. M. (2014). *O ensino por investigação e o seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública Brasileira*. 2014. 90 f. Dissertação (Mestre em Educação em Ciências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/104834>>. Acesso em 08 fev 2017.

Vieira, F. A. C. (2012). *Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino*. 197 f. Tese (doutorado em Educação para Ciência). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru. Disponível em: <[http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102039/vieira\\_facdr\\_bauru.pdf?sequence=1](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102039/vieira_facdr_bauru.pdf?sequence=1)>. Acesso em 28 fev 2017.

Vogt, C. (2011). De ciências, divulgação, futebol e bem estar cultural. *In*: Porto, C. M.; Brotas, A. M. P.; Bortoliero, S. T. (Orgs.) *Diálogos entre ciência e divulgação científica. Leituras contemporâneas*. Slavador; UFBA.

Vygotsky, L.S. (1998). *A formação social da mente*. 6. ed., São Paulo: Livraria Martins Fontes.

\_\_\_\_\_. (2007). *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes.

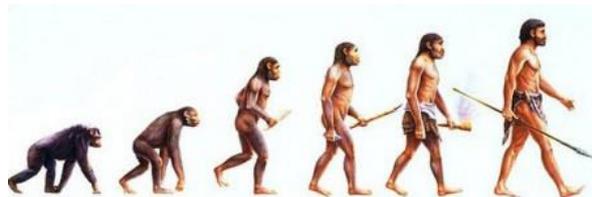
## ANEXOS

Anexo 1. Sequência Didática: Diversidade Humana e sua Evolução.

<b>SÉRIE/ESCOLA</b> 3ª Série do Ensino Médio da Escola José Pinto Coelho	<b>DATA</b> Abril de 2016
<b>TEMA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> Em busca de nosso passado	
<b>PROFESSORA</b> Maria Margareth Cancian Roldi	<b>COLABORADORA</b> Carime Rodrigues Salin
<b>I – OBJETIVOS</b> - Compreender, em linhas bem gerais, o modelo cientificamente aceito para evolução da espécie humana a partir da classificação biológica; - Relacionar a construção de ferramentas, as mudanças na dieta e a construção da cultura com a evolução humana; - Identificar, em um texto informativo, as referências às mudanças anatômicas e fisiológicas ocorridas nos hominídeos; - Compreender que o conceito de raça, quando entendida como divisão de populações humanas, a partir de características morfológicas, é incompatível com a teoria da evolução biológica; - Promover a alfabetização e a enculturação científica a partir dos estudos teóricos e práticos.	
<b>II – DESENVOLVIMENTO</b>  - <b>Envolver e Explorar – tempo estimado 01 aula</b> - Dividir a turma em 06 grupos - Propor uma situação-problema com questões abertas para os grupos investigarem e formularem hipóteses. 1. Suponha que vocês sejam paleoantropólogos e estão planejando uma expedição a um sítio arqueológico onde se presume existir diversos fósseis. O objetivo da expedição é a busca de pistas relacionadas à evolução humana. A primeira parte é definir que achados importantes esperam encontrar. O que vocês procurariam? Por quê? 2. Já em campo, vocês encontram fósseis muito diferentes. Provavelmente são de sapos, homens, aves, répteis, insetos e aracnídeos cristalizados em âmbar. Para levar ao laboratório vocês precisam guarda-los em caixas, agrupados por similaridades, isto é, características que os	

aproximem. Que organização vocês propõem para as caixas? Quais os critérios de organização adotados?

3. Já no laboratório, um dos colaboradores chega com esta imagem da internet. Embora muito conhecida, ele admite nunca tê-la entendido muito bem e pede uma explicação. Que explicação vocês dariam?



- Apresentação dos resultados obtidos pelos grupos, incluindo as explicações causais formuladas pelos alunos.

- A professora retoma os problemas pedindo aos alunos para verificarem se suas hipóteses estão sendo confirmadas, a partir do conteúdo apresentado no livro didático utilizado.

#### - **Explicar - tempo estimado 01 aula**

Explicação oral, utilizando-se o recurso de datashow, sobre origem e evolução do homem, destacando a importância do fabrico de instrumentos, bipedalismo, da cultura e da linguagem para a evolução humana.

#### - **Elaborar e avaliar - tempo estimado 04 aulas**

Realização de duas atividades seguidas de debates e a construção de um relatório retomando as situações-problemas, para a verificação se houve mudanças significativas nas respostas, procurando detectar avanços na compreensão do modelo teórico apresentado.

### **Atividade 1**

- Leitura silenciosa do texto **O homem de Piltdown** (MENDONÇA, L. M. Biologia 2 Ensino Médio, p. 26).

- Em duplas, responder às seguintes perguntas.

1. Qual era o contexto histórico e sociocultural em que surgiu a fraude do “homem de Piltdown”?
2. Que fatores permitiram desmascarar a fraude?
3. Como os cientistas fazem para reconhecer pesquisas sérias e confiáveis?
4. Mesmo no caso das pesquisas sérias e confiáveis, pode-se garantir que seus resultados correspondam à verdade absoluta acerca dos fatos ocorridos? Você concorda que os cientistas sejam sempre isentos e que não haja interesses em jogo na produção científica? Se concorda, fundamente sua resposta. Se não concorda, quais seriam esses possíveis interesses?
5. Partindo do pressuposto de que a Ciência geralmente trabalha com “modelos aproximados da realidade” e não necessariamente com a “descrição da realidade”, que implicações isso teria para o estudo da evolução humana?

### **Atividade 2**

- Exibição do filme “O homem das cavernas” BBC vídeo Abril

- Em roda de conversa responderão aos questionamentos

1. O conceito de raça é utilizado em nossa sociedade? Quem faz uso desse conceito? Em quais situações?
2. Os outros professores de sua turma compartilham dessa crença? Para essa resposta, entreviste um professor e pergunte-lhe: O conceito de raça é utilizado em nossa sociedade? Qual a origem dessa crença?

### **III – RECURSOS**

Datashow;

Livro didático; Papel;  
Caneta; Lápis; Borracha;  
Texto “O homem de Piltdown”;  
Filme O Homem das cavernas

#### **IV – REFERÊNCIAS**

AMABIS, J. Mariano; MARTHO, G. R. **Biologia.v3**. São Paulo. Moderna, 2010.

CALLAWAY, E. Oldest *Homo sapiens* fossil claim rewrites our species' history. **Nature**, jun., 2017

CALLAWAY, E. Oldest ancient-human DNA details dawn of Neanderthals. Sequence of 430,000-year-old DNA pushes back divergence of humans and Neanderthals. **Nature**. Mar. 2016. Disponível em <https://www.nature.com/news/oldest-ancient-human-dna-details-dawn-of-neanderthals-1.19557>

MENDONÇA, L. M. **Biologia 2 Ensino Médio**. AJS. 2 edição, São Paulo, 2013.

HELLMAN, H. **Grandes debates da Ciência – dez das maiores contendas de todos os tempos**. Editora Unesp, 1999.

Sítios

<https://www.youtube.com/watch?v=4X2GLDPA82A>. Acesso em: 09 maio 2016.

<http://www.nerdbb.com/o-homem-moderno-evoluiu-dos-macacos-sera-anticristo-isso-t46212.html>. Acesso em: 09 abr 2016