

## APRESENTAÇÃO

Existe certo consenso na comunidade que investiga os processos de ensino e aprendizagem que novos conhecimentos devem ser ancorados e relacionados à rede conceitual já existente. Não se sabe, porém, se essa proposição é válida e como se materializa no contexto específico do ensino de evolução.

Neste capítulo, serão mostrados alguns excertos das entrevistas e aulas com o objetivo de analisar as mudanças nas explicações dos estudantes decorrentes do processo de ensino. Os trechos selecionados foram agrupados nas seguintes categorias conceituais: evolução; herança de características adquiridas; espécie e variabilidade; seleção natural; adaptação; mutação e variabilidade.

Em cada uma dessas categorias, foram reunidas as explicações que cercavam aquele conceito específico. De início, são apresentadas as idéias presentes nas pré-entrevistas para ilustrar como os alunos entendiam aquele conceito antes do período de aprendizagem. Em seguida, são selecionados recortes das aulas nas quais há menção ao conceito ou é debatida alguma idéia relacionada. Assim, em uma dada categoria somente serão citadas as aulas nas quais o conceito foi estudado.

Após a apresentação dos conceitos mais específicos, insere-se a discussão sobre a natureza da atividade científica e, por fim, são analisadas as pós-entrevistas. A última parte, "Fechando a porta da sala de aula", resume os principais aspectos discutidos no capítulo.

Os comentários ao longo da análise se pautam em duas referências distintas: o modelo de mudança conceitual e uma aproximação do enfoque sociológico. Neste caso, a análise buscou entender os significados das questões que os estudantes propuseram, das relações que construíram, revelando, quando possível, a "visão de mundo", a partilha de valores e crenças com a professora/pesquisadora.

Quando se pensa no modelo de mudança conceitual, então a finalidade é mostrar modificações nos modelos explicativos. Alguns conceitos usados nesta descrição, como rede conceitual, e algumas discussões estão pautadas nas teorias cognitivistas de aprendizagem (COLL, 1997, 1998; POZO, 1998; ZABALA, 1998 e 1999).

## O CONCEITO DE EVOLUÇÃO

### “Eu acho que o pescoço da girafa cresceu”

Durante as entrevistas realizadas previamente às aulas se buscou evidenciar os modelos explicativos dos estudantes. Uma das primeiras questões propostas aos alunos foi se eles já haviam estudado, ou o que eles sabiam sobre evolução. Muitas vezes, estudantes que participam de uma mesma situação de ensino podem apresentar diferentes representações dessa experiência e as lembranças são influenciadas pelos esquemas de conhecimento do sujeito, ou seja, por aquilo que o estudante já conhece. No trecho selecionado a estudante Anna comenta quando, onde e o que ela “aprendeu” sobre a evolução.

#### TRECHO: PRÉ/ANNA

*PROF.* – Em que série você aprendeu?

*ANNA* – Sexta série. Quando vimos seres vivos, a professora entrou com evolução. No Sesi eu sempre tive professores excelentes. Então, evolução, eu adorei. Eu me lembro mais ou menos daquilo que aprendi. Eu lembro de Darwin. Tinha a teoria da ilha, não é? Animais que viviam no mesmo ambiente. Como explicar? Nas ilhas... Tinham os animais que evoluíram, juntos, não é? Eles sofriam mutações conforme o ambiente em que viviam. Então, às vezes, um animal da mesma espécie era diferente de uma ilha para outra. Não é isto? Mais ou menos?

*PROF.* – Eu quero que você me conte o que você lembra.

*ANNA* – Eu me lembro mais ou menos. Eu lembro que a gente discutiu vários casos. Das mariposas, havia a branca e a marrom. As brancas morriam por que elas não podiam se esconder nas árvores. E as marrons, não. Então as brancas quase entraram em extinção, não é? Depois a gente discutiu que os animais sofreram mesmo mutações, não é? É o caso da girafa. Você sabe qual é o caso, não é?

*PROF.* – Você pode me contar: a fita é inteira sua.

*ANNA* – Tinha a girafa de pescoço curto e a de pescoço comprido. As girafas de pescoço curto morreram porque elas não alcançavam as árvores. Não podia... Deveria haver algum alimento. Ou todas as girafas tinham pescoço de mesmo comprimento e, de tanto esticar o pescoço, ele foi crescendo. Então, tinham essas duas hipóteses.

*PROF.* – Mas o que você acha que aconteceu?

*ANNA* – Sinceramente. Eu acho que as de pescoço curto podiam se alimentar de outra coisa. Elas iam conseguir sobreviver. Se eu fosse criada desde pequenininha comendo maçã, eu não iria comer carne. Então, se desde pequena, a girafa comesse grama, ela não iria comer árvore. Então eu acho que o pescoço cresceu, não é? Eu fico na dúvida, não é? (Risos)

*PROF.* – Você acha que o pescoço cresceu?

*ANNA* – É estranho esse pescoço crescer. Como pode? Se fosse assim, meu braço também deveria crescer se eu ficasse com ele esticado todos os dias.

*PROF.* – Seu braço cresceria também!

*ANNA* – É, não pode! Então eu sempre fico na dúvida.

É interessante perceber que a aluna distingue dois conjuntos de idéias. Um relacionado ao discurso do professor, quando ela diz que havia girafas de pescoço comprido e curto, mas somente as primeiras sobreviveram. O outro, quando reporta a possibilidade das “girafas terem pescoço de mesmo tamanho e, de tanto esticar, ele foi crescendo”. A estudante incorpora os conhecimentos que fazem mais sentido para ela. Pode-se pensar que essas idéias já faziam parte da rede conceitual da estudante e que foram reafirmadas. Anna diz acreditar que o uso de determinada parte do corpo, no caso o pescoço da girafa, pode provocar uma alteração que deve ser herdada. Mas ela própria reconhece inconsistência ou incoerência com aquilo que é observável, quando fala “se fosse assim meu braço também deveria crescer se eu ficasse com ele esticado todos os dias”. Esta idéia não se “encaixa” na rede conceitual da estudante, que diz “eu sempre fico na dúvida”.

De um outro modelo, a estudante recorre à memória e encontra fragmentos: mutação, Darwin, ilhas, espécie. Ela não reúne essas idéias em uma explicação consistente, ou seja, não existe uma estrutura de outros conceitos e relações que façam sentido para ela.

Por que a estudante acredita que a girafa poderia se alimentar de outra coisa? Ela menciona a possibilidade da girafa de pescoço

curto comer capim. É evidente que uma criança, crescida em cidades como São Paulo – com grama, capim e plantas rasteiras em abundância – desconfiaria da idéia que “faltou alimento para as girafas de pescoço curto”, observando seu contexto “natural”. A criança ouve o professor com seu repertório de imagens, crenças e observações.

A estudante Nara, em muitos momentos da pré-entrevista, fazia referência à seguinte expressão: “não dizem que...”, e se referia a algum exemplo relacionado com a teoria evolutiva. É interessante avaliar quais são as fontes reconhecidas desse conhecimento. No próximo trecho, Nara conta “quem disse”.

#### TRECHO: PRÉ/NARA

*PROF.* – Vamos mudar um pouco a conversa? Você já ouviu falar em evolução, quando se pensa em evolução, existiria um bicho mais evoluído que outro, uma planta mais evoluída que outra. Como você pensa isto?

*NARA* – Depende do evoluído que você fala, como assim? Evoluído? Dizem que o homem é o mais evoluído do que os animais.

*PROF.* – Quem diz isto, Nara?

*NARA* – O homem...

*PROF.* – Por que você fala assim... Dizem tal coisa, dizem outra coisa...

*NARA* – Ah! Professora.

*PROF.* – Quem disse essas coisas para você?

*NARA* – Foi na escola que eu ouvi isto. Eu não sei, eu era pequenininha... Foi na escola que eu ouvi que girafa tem pescoço grande... Está na minha cabeça desde de pequena. Eu não lembro... A girafa tem pescoço grande porque precisava comer, então...

*PROF.* – Quem contou essa história da girafa para você?

*NARA* – Eu vou perguntar para minha irmã... Ela sabe quem falou isto.

*PROF.* – Dizem que a girafa ficou com pescoço grande...

*NARA* – Ah! Professora...

*PROF.* – Dizem que o homem veio do macaco. Quem diz?

*NARA* – Não dizem que o homem se desenvolveu do macaco? Foram os cientistas, porque eu li em uma revista, em uma reportagem e eu aprendi na escola.

*PROF.* – Aprendeu na escola?

*NARA* – É... Não tem a teoria da evolução do homem? A teoria de onde ele veio. Uma delas é essa, que o homem descende do macaco... Ah! Então, isso tudo também...

*PROF.* – Mas eu estava perguntando se você acha ser possível a existência de um ser mais evoluído, ou menos evoluído?

*NARA* – Olha, professora, toda a humanidade acha que o homem é o mais evoluído. Porque pensa, porque ele sabe, anda, vive diferente, não é? Mas quem pode provar que o ser mais evoluído é o que sabe fazer tudo isso? Ou (mais evoluído) seria viver igual a uma planta, pode ser mais evoluído? Não tem ninguém para alimentar ela. Ela se alimenta sozinha. E existem animais que não precisam de dois para se reproduzir, ele mesmo se reproduz sozinho. Quem disse que você precisa ter uma casa, um lugar para viver? Tem tantos animais que vivem por aí. Quem disse que o homem é o mais evoluído? Não consigo ver se é mais evoluído. O homem é mais evoluído porque pensa? Mesmo assim, às vezes, ele é mais irracional do que um animal.

*PROF.* – Mais... Mais evoluído... Para você faz sentido?

*NARA* – Eu não acho que seja só saber raciocinar.

Nara menciona ter aprendido alguns “fatos” comumente relacionados à evolução: “dizem que o homem é mais evoluído; dizem que o pescoço da girafa cresceu de tanto esticar; dizem que o homem veio do macaco...”. Essas idéias derivam de revistas e reportagens, ou teriam sido discutidas na escola. Essas idéias que são coletivas, essas representações relacionadas à teoria da evolução, podem ser produto da intervenção dos meios de comunicação, os quais contribuiriam ou reafirmariam os modelos explicativos e “visões de mundo” coletivos. Ignorar essa influência, e acreditar que o estudante não explica os fenômenos físicos e biológicos, é restringir a própria compreensão de como o estudante lida com o conhecimento em sala de aula. Talvez pesquisas que explicitassem esses modelos explicativos coletivos e como eles foram estruturados ao longo da história pudessem potencializar discussões sobre as dificuldades encontradas no ensino da teoria evolutiva.

#### “Evolução... Seria a historinha da girafa?”

Já foi extensamente relatado na literatura que os estudantes entendem a evolução biológica como crescimento, melhora ou progresso. Nos trechos a seguir é possível observar que diferentes estudantes possuem concepções semelhantes sobre o que é evolução.

**TRECHO: PRÉ/NARA**

*PROF.* – ... Eu gostaria de lhe perguntar o seguinte: o “mini-curso” trata do tema evolução e eu quero saber o que você acha que é evolução. O que você acha que a gente vai trabalhar, o que a gente vai falar?

*NARA* – Deixa-me ver. A gente estava conversando sobre isso mesmo, o que é evolução? Se for a evolução que eu estou pensando, geralmente a gente aprende a evolução dos seres que ficam na água, no ar, que foram se multiplicando, crescendo. Eu acho que isto é evolução, não é?

*PROF.* – Então, o que é evolução? Seria sinônimo do quê?

*NARA* – Ah! De crescimento.

*PROF.* – De crescimento. Você citou esse exemplo dos seres unicelulares, que seria um exemplo de evolução. O que mais trataria a evolução?

*NARA* – Ah! Tem a evolução... Pode ser a evolução do homem. Não, não (relacionado) ao crescimento, mas das coisas que ele... (faz ou pensa), a mente. Deve ser a evolução da ciência. Mais do que isto não me vem na cabeça.

Nara entende evolução como sinônimo de crescimento. Já Carol relaciona evolução à idéia de progressão e tecnologia. No caso de plantas e animais, evolução estaria relacionada ao desenvolvimento, como pode ser observado nos trechos a seguir.

**TRECHO: PRÉ/CAROL**

*PROF.* – O que você acha que a gente vai falar nesta entrevista e no curso de evolução?

*CAROL* – Seria a historinha da girafa?

*PROF.* – Ah! A girafa... A Anna andou lhe falando da girafa?

*CAROL* – Ela me contou... Tentar falar de como surgiu a vida, sei lá, como evoluíram...

*PROF.* – O que significa essa palavra para você: “evolução”?

*CAROL* – Ah... Cada vez se progride mais... Cada vez... Uma progressão...

*PROF.* – Mas progredir para onde? Para dar o quê?

*CAROL* – Ah. Não sei.

*PROF.* – Mas você acha que evolução ocorre com todo ser vivo, ou você acha que ocorre somente com o homem. Essa progressão, você acha que todos os seres vivos têm isto ou não?

*CAROL* – Não, pode até ter, sei lá, evoluiu o quê? O ser vivo?

O homem, sei lá. Evoluiu na capacidade da ciência, não é? Na tecnologia, vai evoluindo, o outro seres não têm como evoluir. Eles nascem, vivem...

*PROF.* – Então, por exemplo, uma planta?

*CAROL* – Ah. Ela pode evoluir: ela está pequenininha, vai evoluindo, vai se desenvolvendo.

*PROF.* – Mas ela vai crescer?

*CAROL* – Vai brotar, botar flor, isso é evolução para ela.

*PROF.* – Evolução para você ocorre durante a vida do ser ou da pessoa.

*CAROL* – É.

*PROF.* – Então, no caso de um animal, ele teria evolução, quer dizer, cresceria, se desenvolveria?

*CAROL* – É.

É possível verificar também que a evolução se relaciona à idéia de perfeição, busca de aperfeiçoamento, retratando assim concepções filosóficas.

**TRECHO: PRÉ/CAROL**

*PROF.* – Mais uma perguntinha só. Você acha que tem algum animal ou planta que seja mais evoluído?

*CAROL* – O homem.

*PROF.* – Você acha que o homem é o mais evoluído dos seres vivos?

*CAROL* – Deve ser, não é? Deve ser. Porque o homem está buscando a perfeição. Cada vez mais ele está evoluindo. Quanto aos bichos, o homem pode evoluir através de pesquisa, de um modo ou de outro. Então, eu acho que não tem um animal mais evoluído que o homem. O homem pensa, é inteligente.

*PROF.* – Então, sinônimos de evolução são: pensar, ser inteligente?

*CAROL* – É.

*PROF.* – E os animais?

*CAROL* – Os animais não buscam a evolução, o homem, sim.

*PROF.* – Então, plantas e animais praticamente não evoluem?

*CAROL* – É.

Anna tem uma forma um pouco diferente de pensar: evoluir é escapar do sofrimento. Se o indivíduo não sofre no seu meio natural, então ele é evoluído. Ela vinculou a idéia de evolução à de adaptação, que seriam modificações ocorridas na vida do indivíduo. Fala, por

exemplo, que o dinossauro foi se transformando até virar jacaré. Evolução teria um sentido, uma direção, relacionada à idéia de viver melhor.

**TRECHO: PRÉ/ANNA**

ANNA – Não. Por exemplo, quanto mais eu evoluir, mais eu vou viver melhor, certo? Eu estou me adaptando sempre, eu estou mudando. Então, meu raciocínio é evoluído, certo? Eu acho, “tipo”, os animais que vivem bem do jeito deles, são animais evoluídos. Eles não estão se adaptando, não estão sofrendo no ambiente que vivem. Na minha teoria, ele só iria precisar mudar se ele estivesse vivendo mal. Só se ele estivesse numa situação inadequada para viver naquele lugar, entendeu?

(Mais adiante)

ANNA – Não... Eu acho que o homem e o peixe são evoluídos. Estou considerando os dois lados.

PROF. – Você acha que um teria que ser mais?

ANNA – Não, eu acho que os seres aquáticos são mais evoluídos. Porque sei que todos (os outros animais) saíram da água, eu acredito nessa teoria.

PROF. – Porque todos os animais saíram da água, então os peixes devem ser mais evoluídos?

ANNA – É! Porque, se for na minha teoria, eles mudaram mais.

PROF. – Eles mudaram mais, como assim?

ANNA – É, se for na minha teoria.

PROF. – Mas eles ainda estão na água, Anna! E aí?

ANNA – Não estou entendendo nada professora. Ah! Está vendo... Eu vou tentar...

PROF. – Então tenta. O que é evolução para você?

ANNA – Ah. Na verdade, acho que o homem evoluiu antes, sabe por quê?

PROF. – Por quê?

ANNA – Porque ele está habituado... Se bem que eu acho que antes não tinha peixe. Acho que tudo que se conta... Tudo era diferente. Nenhum animal que tem hoje tinha antigamente, nenhum.

PROF. – Sei. Mas você poderia dar um exemplo. Mas eu gostaria de lhe perguntar uma coisa, o que é evolução para você?

ANNA – É essa mudança, é a adaptação. O jacaré, por exemplo, ele pode ter sido um dinossauro. Vamos supor... Se bem que eu acho que não é.

PROF. – Tudo bem.

ANNA – Daí ele (o jacaré) é a evolução dos dinossauros, certa? Ele evoluiu, o dinossauro foi evoluindo, evoluindo, até se transformar no jacaré, isso que eu acho que é evolução.

No modelo explicativo usado por Anna, existe a idéia de transformação como sinônimo de evolução. Um organismo “foi evoluindo, evoluindo, até se transformar” em outro. Mas ela não explica como os organismos se modificariam. Os estudantes pensam que o ambiente é o fator que propulsiona a evolução, mas como o meio atuaria sobre o organismo de cada um dos indivíduos é um mistério. É evidente no modelo da estudante a idéia de que necessidade provoca a transformação nos organismos. No próximo trecho, Anna menciona um exemplo muito interessante: caso houvesse uma modificação na temperatura do planeta, o homem teria de se modificar para sobreviver, assim poderiam crescer os pólos para evitar a perda de água. Ela tenta explicar como essas transformações ocorreriam:

**TRECHO: PRÉ/ANNA**

ANNA – ...Que nós viemos do macaco, eu sou um macaco evoluído.

PROF. – Você é um macaco evoluído! Mas o que seria evolução, usa um outro termo?

ANNA – Eu acho que é... Eu acho que a evolução é crescimento. Assim, acho que não é crescimento, mas “tipo” melhora, é uma melhora, eu acho... Então, eu acho que o ser humano tem que se adaptar, não é que se está melhorando. Você não tem alternativa, entendeu? Ou você se transforma, ou você morre. Ou entra em extinção, ou morre.

PROF. – Se não modificar e melhorar...

ANNA – Por exemplo. Eu vou falar aqui, você não falou (em aula) que se acabasse a camada de ozônio, todo mundo iria morrer de calor? Todo mundo iria morrer de calor, certo? Os camelos, não. Os camelos não iriam morrer. Conclusão: o homem se transformava em camelo, não em camelo, exatamente... Ou a espécie morreria, por isso que eu acho.

PROF. – Então você está me dizendo o seguinte... Vamos supor que...

ANNA – A transformação.

PROF. – Transformação. Mas, por exemplo, o indivíduo, ele percebe...

ANNA – Mas a palavra (que significa evolução) quer dizer que você está melhorando. Por exemplo, se eu estou melhorando, eu falo que eu estou melhorando, então eu falo que eu estou evoluindo.

PROF. – Mas você acha que a evolução na Ciência tem o mesmo sentido daquela que a gente usa no dia-a-dia?

**ANNA** – Não. É claro que a evolução que você usa é essa mudança que eu estou falando. Agora, quando se compara essa a evolução com a outra, então eu acho que, no fundo, é também melhora. A mudança é para melhor, não para pior, não sei se é para pior também. Exemplo. No calor, se todo mundo tivesse que virar camelo, não é para melhor é para pior, entendeu? Mas no futuro, se você visse o seu passado, iriam falar que esse era ruim, entendeu? É complicado o mundo, professora.

**PROF.** – É, eu sei. Mas o que eu estou entendendo sobre suas idéias é o seguinte: se em 30 anos aumentasse a temperatura do planeta, então ficasse bem mais quente. Você acha que a gente vai pensar: está bem mais quente, se eu não me adaptar, eu vou morrer! E, aí eu quero me adaptar e então eu me adapto?

**ANNA** – Não, eu acho que o corpo mesmo começa a mudar, entendeu?

**PROF.** – Como muda, Anna?

**ANNA** – NÃO SEI!

**PROF.** – Como o ambiente quente vai alterar o meu organismo, como?

**ANNA** – Boa pergunta! Eu acho que... Se a gente, “tipo”, suportar o calor... Tem que ficar igual ao camelo. Porque tem algumas pessoas que dizem: para viver no deserto, tem que ter muita roupa, porque aí seu corpo não “solta” a água.

**PROF.** – Certo.

**ANNA** – Então eu acho que teria que nascer pêlos, muitos pêlos...

**PROF.** – Então, você acha que iriam nascer pêlos.

**ANNA** – Bom, não tenho certeza...

É possível descrever o modelo explicativo da estudante: algumas idéias são organizadoras como, por exemplo, necessidade, ambiente, transformação e uso/desuso. As explicações se baseiam em relações entre essas idéias. A necessidade de se ajustar a um determinado ambiente faz com que o organismo se transforme. E os organismos se modificam usando ou não partes do corpo. Essa explicação é diferente da científica, na qual seriam importantes outros conceitos, como diversidade, mutação, seleção, especiação, entre outros. Esse modelo prévio, presente no discurso de Anna, também pode ser verificado nas falas de Nara.

### TRECHO: PRÉ/NARA

**NARA** – Não é que veio do macaco. É que no começo... (o homem) era um animal como o macaco. Mas, se realmente era isso, então antigamente... O homem era como o macaco. Agora, por que todos os macacos não ficaram iguais ao homem, então?

**PROF.** – Mas, como você imagina, por exemplo, se o “homem veio do macaco”, como o macaco poderia ter se tornado homem?

**NARA** – É... Então, se o macaco se tornou homem, porque ainda existem macacos? Ah, professora, isso eu não entendo... Dizem que tinha as fases. Aí, as fases foram evoluindo. A forma (foi se modificando), ficando ereta até que chegou no homem. Então, eu não entendo isso. Se ainda existem macacos, por que todos não se tornam homens? Então, se o homem veio realmente do macaco...

**PROF.** – Se não estão se transformando...

**NARA** – Não estão se transformando... Ou será que estão? Pode ter sido da necessidade de se ambientar aos lugares, não é?

**PROF.** – Mas como seria essa necessidade? Imagine um ambiente, imagine uma necessidade...

**NARA** – É como a girafa. Não dizem que a girafa era pequena, e por causa das árvores altas elas ficaram esticando o pescoço até que o pescoço dela ficou grande para ela poder alcançar o cume?

**PROF.** – É isso que dizem da girafa?

**NARA** – É. Quer dizer que, onde o homem vivia, ele tinha uma necessidade de, como eu vou dizer, se ambientar aos lugares. Então, às vezes, ele tinha que pegar a própria comida ou, então, tinha que dormir num lugar descoberto, se acostumar a ficar em certos lugares. Por exemplo: por causa da pele, por causa do calor, então, às vezes, ele foi se acostumando a fazer as coisas e o organismo foi deixando de sentir necessidade daquilo.

Nara conhece algumas idéias sobre a evolução humana: “o homem veio do macaco; há várias fases; (o homem) foi se transformando”. Para explicar como o homem teria adquirido a característica de andar ereto, ela cita “o exemplo da girafa”, o qual é admitido como um evento verídico. Quando ela relaciona esses exemplos, ela está aceitando a validade de um deles e generalizando o modelo para outras situações. É como se ela pensasse da seguinte maneira: ocorreu dessa forma com a girafa e todos sabem disto, então o mesmo tipo de transformação deve ter ocorrido com os hominídeos.

**TRECHO/PRÉ/NARA**

*PROF.* – Como a girafa... Deixa-me entender: como ocorre com a girafa?

*NARA* – Contaram quando eu era pequena que a girafa tem o pescoço grande por causa disso. Porque onde ela vivia as árvores eram muito altas, e ela não conseguia comer, então ela esticava o pescoço para pegar comida na árvore. Aí, o pescoço dela foi crescendo, por isso que ficou muito grande.

*PROF.* – Você acha que é possível? Você vai esticando o pescoço, e o pescoço do seu filho nasce maior, e depois, maior. Você acha que isso...

*NARA* – Ir esticando o pescoço?

*PROF.* – Por exemplo: a girafa estica o pescoço, então ela vai ficar com o pescoço comprido. Suponha que eu seja a girafa, o meu filho nasce com o pescoço curto ou comprido, mais esticado?

Nara ouviu dizer que o “pescoço da girafa cresceu de tanto esticar”. Ora, essa idéia está tão sedimentada na rede conceitual da estudante que se torna um exemplo ancoradouro para explicar outras situações. Na seqüência a professora/pesquisadora apresenta um problema que poderia causar conflito, questionando a estudante sobre como o ambiente poderia ter causado uma alteração no organismo que fosse transmitida à prole.

Anteriormente, Anna havia reconhecido a incoerência na explicação utilizada por ela. No modelo de Nara também estaria presente esse conflito? Ela também nega a possibilidade de transmissão das características adquiridas? Como o pescoço da girafa cresceu?

**TRECHO: PRÉ/NARA**

*NARA* – Não, professora, a girafa era pequenininha... Mas daí todas elas viraram...

*PROF.* – Todas elas?

*NARA* – Então era uma necessidade delas.

*PROF.* – Você concorda comigo que uma coisa é eu esticar o meu pescoço, então eu fico como todas as girafas. Todas as girafas esticavam o pescoço. Eu esticava e crescia o pescoço imediatamente ou era necessário esticar, esticar, durante toda a vida um pouco e, então, esse “esticar” passaria para o meu filho, que já nasceria com o pescoço esticado?

*NARA* – É, aos poucos, não é?

*PROF.* – Mas como é, como você imagina isso?

*NARA* – Como eu vou explicar, eu imagino... Não sei explicar isto.

*PROF.* – Você já criou excelentes explicações...

*NARA* – Ah, professora, eu não consigo... É da necessidade do ambiente!

*PROF.* – Mas como o ambiente modifica o pescoço da girafa?

*NARA* – Ah! Porque ela precisa. Como vou explicar?

*PROF.* – Ela fala assim: “eu preciso esticar meu pescoço”. Começa a esticar e o pescoço fica maior? Como é isto?

*NARA* – Não.

*PROF.* – Então, como é?

*NARA* – Eu não sei como explicar isto!

*PROF.* – Não, mas como você imagina?

*NARA* – ...A girafa, ela precisava... O organismo da gente, às vezes, não precisa de tudo que a gente tem, não é? Todas as energias não estão sendo absorvidas para manter seu organismo, não é assim? Tem hora que não tem mais nada a tirar, não é? Mas, então, o nosso organismo tem que ir se preparando, professora. Tem que ir melhorando para poder ter um aproveitamento melhor.

Solicitada a explicar se é possível que o uso recorrente do pescoço das girafas tenha promovido mudança na descendência desse animal, Nara disse que isto ocorreria devido à necessidade, afinal “o organismo tem de ir se preparando”.

É possível imaginar que em sala de aula ocorram duas situações distintas, nas quais professor e estudante podem ou não compartilhar significados. O professor, ou meio de comunicação, pode usar um discurso cujo significado “distorcido” se encaixa no modelo explicativo do estudante, reafirmando-o. O agente da comunicação possui uma concepção semelhante à do aprendiz. Outra possibilidade: o professor usa um discurso que o estudante deve relacionar com seus esquemas de conhecimento, sendo o entendimento distorcido. Professor e estudante não estão compartilhando significados. Provavelmente esse “gap”, entre o significado atribuído pelo professor à evolução e o que o estudante entende, seja resultado da desconsideração da existência de uma concepção própria do aprendiz.

Essa desconsideração deriva da concepção de ensino e aprendizagem do professor, pois ele entende que o estudante irá aprender o que ele falar, apresentar oralmente ou por meio de leituras. O estudante possui uma maneira de explicar eventos e o

discurso do professor se encaixa na rede conceitual do estudante, podendo ocorrer “distorções”. Isto significa que, para ensinar a teoria da evolução, não basta ancorar conceitos novos aos já existentes. Quando o professor fala de evolução, ele deve construir uma nova rede de significados diferentes daqueles já presentes na cabeça dos alunos.

Qual seria então a proposta para ensinar a teoria evolutiva? Explicitar diferentes concepções de evolução para o estudante? Será que ele compreenderia as diferenças nos diversos significados atribuídos à evolução? Se o estudante entende evolução como algo que ocorre ao longo da vida de um indivíduo, como fazer que ele compreenda e passe a usar uma outra explicação? Como fazê-lo entender a evolução como mudança na frequência de certos genes em uma população devido à diferentes mecanismos, entre eles a seleção natural e a deriva genética? Entender a evolução, não como transformação mágica, na qual um organismo “vira” outro, mas como um processo no qual há uma mudança inicial, a mutação, e posteriormente a diversificação genética dos organismos sobre a qual atua a seleção natural?

Os estudantes entrevistados reconhecem que deve ter havido modificação nos seres vivos ao longo do tempo. Diferente de outros países, como os Estados Unidos, os alunos não mostraram uma forte inclinação religiosa. Não foram observadas falas reiteradas relacionadas ao criacionismo.

Se os estudantes acreditam que os seres se modificam, quem ou o que provocaria essa mudança? Como ocorre essa mudança? Nara diz que existem algumas condições para que a mudança evolutiva ocorra:

#### TRECHO: PRÉ/NARA

*PROF.* – Vamos imaginar. A girafa esticou o pescoço a vida toda para comer os alimentos, como você disse. O filho dela terá o pescoço mais comprido ou do mesmo tamanho?

*NARA* – Espera aí, eu estou confundindo tudo!

*PROF.* – Então, calma. Eu só quero saber se a girafa for esticando, se for esticando o pescoço até crescer. Como é que ela passa a informação “do esticar” para os filhos? Você acha que os filhos vão nascer com o pescoço esticado um pouquinho?

*NARA* – Se nasceria um pouquinho mais esticado?

*PROF.* – É isto que eu quero saber.

*NARA* – Ah! Nasceria um pouquinho mais... Não, professora, é que eu estou pensando... Olha, se a informação do pai e da mãe já estão determinadas...

*PROF.* – Isto eu não sei.

*NARA* – Pode mudar? Se for uma necessidade vital, pode. Se não... A girafinha não iria ficar sofrendo. Ou então, olha essa teoria: o homem precisa ficar ereto. O pai era corcunda, aí o filho nasce corcunda também, ele nasce um pouquinho melhor...

*PROF.* – Mas você acha que a explicação sobre o pescoço da girafa serve para o homem... Ereto. Ele foi se esticando para trás, para trás, até ficar ereto? É isso que você acha?

*NARA* – É. Pode ser por uma necessidade de sobrevivência... Igual...

*PROF.* – Igual a da girafa?

*NARA* – É.

*PROF.* – E você acha que todas a girafas deviam ter pescoço curto e aí elas foram esticando o pescoço para tentar comer e todo mundo foi ficando com o pescoço maior...

*NARA* – É.

A necessidade de se ambientar, segundo Nara, provocaria modificação no organismo. Com essa idéia a estudante explica outras situações. A girafa, por exemplo, precisou esticar o pescoço devido à necessidade de obter alimento. Mas o pescoço esticaria aos poucos. O organismo teria consciência da necessidade de mudança. É interessante perceber como o conflito cognitivo já está presente na rede cognitiva da estudante. Embora ela acredite que, por necessidade de se alimentar, a girafa foi esticando o pescoço até ele se modificar, também reconhece a impossibilidade desse tipo de herança acontecer: “não, professora, é que eu estou pensando... Olha, se a informação do pai e da mãe já estão determinadas...”.

A solução do conflito – acreditar ou não na herança de características adquiridas – associa-se a uma condição: se for uma necessidade vital. As características que já estariam determinadas poderiam se transformar: “o homem precisava ficar ereto”, ou “a girafinha não podia ficar sofrendo”. Um verbo que traduz bem o modelo da estudante é o “acostumar”. Os seres, devido às mudanças no ambiente, têm de se acostumar, ambientar-se. Qual seria a origem dessa explicação “ter de ambientar-se”? A criança constrói essa idéia pautada em observações ou da interação com os adultos? De tanto ouvir ela reproduz a fala; ou ela encontra evidências que a fazem

crer nessa explicação? É certo que, qualquer problema evolutivo que fosse exposto para a estudante, ela conseguiria explicar usando sempre a mesma idéia.

O que poderia indicar a modificação desse modelo explicativo? Como identificar os trechos que sinalizem “aprendizado”? O que poderia ser considerado “aprendizado” durante a análise das aulas e das pós-entrevistas? Se a estudante se apropriar do discurso do professor, reproduzindo-o, isto significaria que ela está mudando os significados dos conceitos e os seus modelos explicativos? Será que ela passa a usar outro modelo?

Caso o estudante use uma explicação, fazendo referência às idéias diferentes daquelas presentes na sua rede cognitiva, isto pode ser um passo para a estruturação de um outro modelo. Mas essas novas idéias devem estar relacionadas e o conjunto deve subsidiar explicações coerentes nas quais estejam presentes os conceitos da teoria da evolução.

#### “Todas tinham o pescoço do mesmo tamanho?”

As explicações dos estudantes se repetem ao longo das entrevistas e eles sempre justificavam os problemas apresentados com o mesmo conjunto de idéias, mesmo quando demonstravam insatisfação. O estudante não teria outra alternativa, outro modelo explicativo como referência para justificar as observações e exemplos. Ora, o que ocorreria se, durante as pré-entrevistas, fosse indicado outro caminho ou outra explicação?

#### TRECHO: PRÉ/NARA

*PROF.* – Ou poderia ter algumas girafas com pescoço maior e outras com pescoço menor. E, de repente, as de pescoço maior tinham comida e as de pescoço menor, por não alcançar o alimento, ficavam sem comida.

*NARA* – Oh. Algumas maiores e outras bem pequeninhas, não é? Ah! Como tem gente baixa e gente alta.

*PROF.* – Ou você acha que todas tinham pescoço do mesmo tamanho?

*NARA* – Podia ter essa variação. Aí, todas as pequeninhas morreram e sobreviveram as grandes. Por isso girafa tem pescoço grande.

*PROF.* – Não sei. Mas é outra explicação, não é?

*NARA* – Pode ser.

*PROF.* – Pode ser...

*NARA* – É. Mas tinha o macaco... O macaco é mais parecido com o homem... O homem é ereto, não é? Aí, o corcunda e o macaco morreram, só sobreviveram os (ancestrais) eretos. Pode ser...

*PROF.* – Pode ser. Qual você acha que é a melhor explicação, Nara?

*NARA* – A da girafa, a da pequeninha.

*PROF.* – Que as pequeninhas foram esticando o pescoço?

*NARA* – Não! As que tinham o pescoço maior

*PROF.* – Sobreviveram...

*NARA* – É!

A suposição realizada pela professora/pesquisadora da existência de variações, ou seja, girafas de pescoço curto e comprido, e a possibilidade de sobrevivência diferencial dos indivíduos de uma população (seleção natural), parece ter causado alguma mudança na maneira de pensar da estudante. Rapidamente, ela relaciona a variabilidade ao caso humano e, mais importante, generaliza a idéia de sobrevivência diferencial: “... Mas, tinha um macaco... Mais parecido com o homem... O homem é ereto... Aí, o corcunda e o macaco morreram e só sobreviveram os ancestrais eretos... Pode ser...”

Esse momento parece ser crucial: a estudante está refletindo e já percebeu incoerência no seu modelo explicativo, indicado pela frase “estou em dúvida” citada em vários momentos da entrevista. Apontada uma explicação diferente, será que neste momento já não houve alguma mudança no modelo explicativo da estudante? Durante as pré-entrevistas, houve reflexão dos estudantes dirigida pela professora/pesquisadora nos moldes descritos por Jensen e Finley (1995). Será que de fato é necessário emergir as concepções dos estudantes antes de propor atividades que tenham como objetivo gerar conflito cognitivo?

Nas falas de Nara e Anna, elas próprias reconhecem a existência de incoerências nos seus modelos explicativos. Durante as entrevistas, as estudantes explicitaram suas idéias e conflitos. Segundo o modelo de mudança conceitual, o reconhecimento e a insatisfação com as explicações usadas pelos estudantes são condições imprescindíveis para que haja nova estruturação conceitual.

**“Se o homem veio do macaco, por que os macacos não se transformam em homens?”**

Conhecendo os modelos dos estudantes, como eles aparecem nas discussões em sala de aula? Quais seriam as indicações de mudança na maneira de explicar a evolução?

Na primeira aula, os estudantes estavam tentando explicar como teriam se originado os animais que mimetizam o meio. No caso, debatiam como as características miméticas teriam surgido. Durante a discussão os estudantes explicitam seus modelos explicativos, como mostrado no trecho a seguir.

**TRECHO: AULA 1**

**ANNA** – Às vezes, ele pode cair no tronco por engano, ele vive na árvore, nas folhas.

**CIBELE** – Então ele vai se destacar e os predadores vão pegar ele.

**NARA** – Ele vai se habituar...

**PROF.** – Se habituar como?

**NARA** – Procurar o ambiente que seja de acordo com a cor dele... Porque se tem louva-a-deus verde e sobrevive, por que ele não pode? Só porque os pais dele são do tronco?

**CAROL** – Mas como ele vai saber?

**NARA** – É da natureza, Carol. Se você está morrendo de sede, vai chegar alguém para te dizer que você tem que tomar água. Ou você acha que você vai lá pegar água?

**PROF.** – Mas vocês acham que o louva-a-deus tem noção da cor dele?

**NARA** – Mas o bicho também. Todo mundo tem um instinto animal que procura sua necessidade.

**CIBELE** – Não! Não!

**CAROL** – Mas aqui, se ele não sabe a cor dele, como ele vai saber se vai viver aqui ou aqui? (mostra a figura)

**PROF.** – Vamos com calma nesta brincadeira. Se vocês acham que o louva-a-deus tem consciência da cor dele e ele vai procurar viver no verde. Será que ele tem essa consciência?

**NARA** – Então o pintadinho não sabe que ele é assim...

**CIBELE** – Mas ele nasceu aqui

**NARA** – Então ele fica assim... Aquele tronco é da mesma cor que eu e eu vou ficar aqui

**PROF.** – Ele pensa assim ou não, Nara?

**NARA** – Não, eu acho que não.

Nara acredita que o louva-a-deus, devido à necessidade, irá procurar o ambiente apropriado para viver. A idéia é tão coerente que ela a justifica: “quando temos necessidade de água, procuramos por água. Se o louva-a-deus tem necessidade de um ambiente de cor verde, então ele irá procurar por ele”.

A intervenção da professora/pesquisadora orienta-se no sentido de mostrar a incoerência existente no modelo dos alunos. Isto é possível, pois ela já sabe que o estudante acredita que as necessidades dos organismos são conscientes, ou seja, que o organismo tem conhecimento da necessidade de mudança. Dessa forma, é possível perguntar: “será que ele tem essa consciência?”. Quando Nara responde: “então o pintadinho não sabe que ele é assim...”.

Após a leitura do texto da aula, que explicava em linhas gerais a evolução por meio da seleção natural, um dos estudantes conclui: “Dizem que o homem se originou do macaco. Então os macacos foram mudando até o ponto de surgir o homem que não reconhece mais o macaco (para se reproduzir)”. Se o homem veio do macaco, por que os macacos atuais não se transformam em homens? Essa questão intriga.

Ao iniciar a terceira aula, o professor retoma as respostas à questão do uso de inseticidas cada vez mais potentes na sociedade moderna proposta na aula anterior. As respostas assemelham-se àquelas descritas na literatura, como é mostrado no trecho a seguir.

**TRECHO: AULA 3**

**PROF.** – Lembram-se daquela pergunta que vocês responderam sobre insetos e inseticidas? Há vinte anos, uma certa quantidade de inseticida matava quase todos os bichos. Esta mesma quantidade, se você jogar hoje, não se consegue o mesmo efeito. Você precisa de uma grande quantidade de inseticida e de potência muito maior. Então, a maioria de vocês respondeu assim: ocorreu uma mutação e os indivíduos ficaram resistentes.

**CIBELE** – Eu respondi que um (inseto) ficou mais forte. Aí, os mais fracos morreram e os mais fortes sobreviveram.

**CAROL** – Eu coloquei que eles desenvolveram anticorpos também, e aí eles ficaram mais fortes.

**PROF.** – Então eu não entendi... O que é “desenvolver anticorpos”?

**CAROL** – Aconteceu alguma mutação no organismo (do inseto) que se formou com o inseticida e não fazia mais efeito

(dizendo que o inseticida pode ter provocado uma mutação específica, que imunizaria o inseto).

*PROF.* – Então, ocorreu uma mutação e ela provocou uma “resistência”, sei lá como... De alguma maneira.

*ANNA* – Acho que é o mesmo caso dos índios. Quando você fica muito tempo em um lugar, os pernilongos não te picam mais. Seu corpo fica imune à picada. Não tem alergia. Não acontece nada. Os bichos picam e não acontece nada.

*PROF.* – Quer dizer... Se você for para lá...

*ANNA* – Eu sofro, mas os índios não.

*PROF.* – Como vocês explicariam isto que a Anna disse? Os índios se acostumaram ao meio?

*CIBELE* – Tem gente que é drogado, eles fumam maconha constantemente... Tem uma hora que não vai mais fazer efeito. Eles vão ter que procurar algo mais forte.

Neste trecho, é possível observar a similaridade nas respostas dos estudantes com aquelas descritas por Brumby (1984) e Bizzo (1991). Em ambos os casos, os estudantes acreditam que os insetos se acostumam aos inseticidas para sobreviver, desenvolvendo “anticorpos”. Mais interessante, no entanto, são as analogias usadas pelos alunos. Anna lembra o problema da “resistência” dos índios à picada de insetos e Cibele menciona o caso da tolerância, para ela “resistência”, às drogas. São exemplos que na perspectiva do aluno são similares ao exposto pela professora e ancoram suas respostas.

#### TRECHO: AULA 3

*ANNA* – Não. Eu acho que, com o tempo, o organismo deles foi ficando imune à picada dos insetos.

*PROF.* – Como o organismo deles “foi ficando imune?” Como se “fica imune”?

*CIBELE* – Ele foi se acostumando...

*PROF.* – Como o corpo “fica imune”?

*CIBELE* – Ele se acostumou.

*PROF.* – Como?

*CIBELE* – Ah, professora! Ele se acostumou! Que nem lá o caso das drogas... Você se acostuma. Cada vez mais, você precisa de uma mais forte.

*PROF.* – O problema das drogas é diferente, porque, por exemplo, você toma uma droga e ela vai substituindo uma substância que você tem no cérebro. Quando você pára de tomar a droga, a pessoa parece louca, porque não tem mais produção

dessa droga no cérebro. Então, a droga não pode ser comparada ao inseticida. O inseticida mata ou não o inseto. Vocês concordam comigo que todo mundo fala que se acostumou e se acostumou...

Mas o que quer dizer esse “acostumou”?

*ANNA* – A qualidade de vida deles deve ter evoluído...

*PROF.* – Como assim? Eles fizeram algo assim... Disseram um para o outro: “Como vamos combater o inseticida?” (Risos).

*CIBELE* – Eu acho que nasceu um inseto que sofreu uma mutação, aí ele ficou mais resistente e mais forte. Ele foi se multiplicando, os mais fracos morreram e os mais resistentes ficaram.

Cibele menciona uma explicação mais coerente com a científica, quando disse: “os mais fracos devem ter morrido e os mais fortes sobreviveram”. Mas ainda transparece na fala que o ambiente teria provocado a mutação em um organismo para deixá-lo mais forte. O fato de mencionar essa idéia significa que ela estava tentando buscar uma resposta que pudesse satisfazer à professora/pesquisadora, ou ela entende essa idéia como mais coerente do que a outra? Este momento poderia ser considerado como um indicador de mudança conceitual? Continuando a discussão, a professora busca entender como teria ocorrido a mutação.

#### TRECHO: AULA 3

*PROF.* – Vocês tinham uma população de insetos e um deles tinha uma mutação, que os outros não tinham. Aquele que tinha a mutação sobreviveu e formou uma outra população de insetos resistentes. E os que eram sensíveis foram morrendo. Foi isto que você disse, Cibele? Então, a mutação apareceu quando se aplicou o inseticida ou ela já existia antes?

*CIBELE* – Apareceu de repente... Nasceu com...

*PROF.* – Apareceu e aí foi aplicado o inseticida. Alguns insetos conseguiram sobreviver e se reproduzir. Tiveram muitos filhinhos resistentes. Ou o inseticida provocou a mutação?

*CIBELE* – Não!

*PROF.* – Seria possível o inseticida provocar a mutação?

*DANI* – Eu acho que sim. Como? Não sei. O inseticida deve mexer com alguma coisa...

*PROF.* – Deve... Mas, por que justamente criaria a resistência nos insetos?

*DANI* – Estimularia (a produção) de anticorpos.

Não é possível avaliar se os estudantes estão entendendo que inseticida teria induzido a mutação porque o organismo precisaria mudar para sobreviver; ou se eles entenderam que houve uma mutação ao acaso. Cibele fala que o inseticida não causa mutação, mas Dani disse o inseticida estimularia a produção de “anticorpos”. Na seqüência a professora/pesquisadora explica como pode ter surgido essa resistência.

### TRECHO: AULA 3

*PROF.* – Não, só alguns que têm. Os que já tiverem nascido com a mutação sobrevivem. Os outros morrem. Não são anticorpos que eles terão. Sabe o que é? Existem alguns bichos que possuem algumas enzimas. A turma do segundo colegial sabe o que são enzimas, depois eu lhe explico, Douglas. Então, existem alguns insetos que têm uma enzima que quebra a molécula do inseticida. Lembra-se daquela enzima do estômago (pepsina) que a gente fez um experimento no laboratório? Ela quebrava as moléculas do ovo e o ovo “desaparecia”? Na verdade, esses insetos, que são resistentes, têm enzimas que conseguem quebrar o inseticida. Não é um anticorpo, é como se fosse uma molécula que... Consegue quebrar.

*ANNA* – Mas como que surgiu (a enzima)?

*PROF.* – Lembra-se da aula hoje? Pode ocorrer uma mutação que forme uma proteína diferente. Vamos supor que uma proteína diferente faça esse movimento (mostra com as mãos). E a outra, a normal, faça esse outro movimento (mostra com as mãos). Uma tem a função de quebrar carne, mas quando ocorre a mutação, ela pode perder essa função e acidentalmente ganhar uma outra: Quebrar a molécula do inseticida. Então, essa enzima não servirá para quebrar carne, mas serve para inutilizar o inseticida. O que antes não servia para nada, a proteína diferente, pois ela não quebrava a carne. Agora, por acaso, serve para quebrar inseticida.

*ANNA* – Então, sempre que tiver essa proteína, vai servir?

*PROF.* – Pode ter como pode não ter. São os erros do DNA da gente. Mutação é ao acaso.

*ANNA* – Não. Eu entendo. Mas como ela pergunta: “Mas como? Como?” Então eu... (referência à professora que sempre pergunta: “como?”) (Risos).

*PROF.* – Vocês percebem a diferença na maneira de pensar. Uma coisa é dizer que se acostumou: O organismo quer, ele percebe que existe o inseticida e ele, de alguma maneira, produz anticorpos devido à necessidade. Agora, outra coisa é inseto já ter uma enzima no corpo dele, que antes não tinha função...

*ANNA* – É a mesma coisa que os índios? E os índios? Eles são imunes às picadas. O meu pai deve ser imune, porque ele fica lá na rede e não acontece nada! Os insetos não o picam!

*CIBELE* – Então, ocorre uma outra coisa comigo e minha irmã. O bicho pica mais a mim. Existe isso de ter sangue doce?

*PROF.* – Na verdade, eles percebem o cheiro do suor. Existem pessoas que expelem mais cheiro que outras. Outros exalam mais calor. Quando se emite calor, os insetos percebem e picam mais. Mas, por exemplo, o pai da Anna poderia ter alguma mutação diferente, que fizesse com que ele não exalasse cheiro. O pernilongo percebe um cheiro. Se ele não exalar esse cheiro, o pernilongo não o reconhece, o pernilongo não o pica. Concorda comigo?

*ANNA* – E com os índios, acontece isto?

*PROF.* – Agora no caso dos índios, porque todos eles não apresentam pontos avermelhados e inchados? Porque se existir um como você, cada vez que for picado, vai ficar como a perna da Alexandra no ano passado, toda machucada. Ela ficou com uma ferida enorme quando fomos para a mata. Ela levou uma picada e houve uma reação alérgica. E se ela vivesse na mata, quantas picadas ela levaria? Ela iria sobreviver?

*ANNA* – Eu não entendo, como é que os índios não têm?

*DANI* – Eu tenho uns conhecidos que moram no Pantanal e eles não estão nem aí com os pernilongos.

*PROF.* – A pessoa que vai para lá e é sensível, o que acontece com ela?

*ANNA* – Mas toda a população não é sensível, todos os índios não são sensíveis, aí é que está o problema!

*PROF.* – Pensa, Anna, quanto tempo eles vivem nas matas cheias de pernilongos? Centenas de anos, você concorda comigo? E se eles fossem como a Alexandra? Ficassem com um monte de feridas, o que aconteceria com eles?

*ANNA* – Morreriam.

*PROF.* – Morreriam. E só sobreviveu, quem?

*ANNA* – Os resistentes.

*PROF.* – Deu para você entender? Você tem de lembrar que não sofremos o efeito da seleção natural. A gente usa repelente.... Perceba a diferença: enquanto vocês dizem que o organismo se acostumou, o que vocês querem dizer com esse “acostumar”?

Insistentemente, a professora/pesquisadora busca mostrar a fragilidade do modelo explicativo dos estudantes, pautando-se na ideia de criar situações que promovam desequilíbrio das estruturas conceituais: “O que seria esse ficar imune? Como o organismo fica imune? Como ele se acostuma?”. Em certo momento, ela explica a

diferença existente entre os modelos explicativos dos estudantes e o científico com a intenção de *explicitar diferentes modelos explicativos*, quando diz “você percebe a diferença na maneira de pensar. Uma coisa é dizer que se acostumou. O organismo quer mudar para sobreviver: ele percebe que existe o inseticida e ele, de alguma maneira, produz anticorpos devido à necessidade. Agora, outra coisa é pensar que o inseto já tem uma enzima no corpo dele, que antes não tinha função...”. Como a professora/pesquisadora leciona para o grupo de estudantes é possível estabelecer algumas relações com outros conceitos e situações apresentadas em sala de aula.

Os estudantes relacionam duas outras idéias ao problema da resistência aos inseticidas: indígenas são resistentes à picada de insetos e há “resistência” às drogas psicotrópicas. No primeiro caso, a professora/pesquisadora explicou o caso relacionando-o à teoria evolutiva: deve ter havido seleção dos índios pouco sensíveis à picada. No outro caso, ela mostrou que não se trata de um exemplo que pode ser relacionado à resistência aos inseticidas, mas sim de uma adaptação fisiológica.

No *final da última aula*, os estudantes deveriam comentar algumas frases que são interpretações distorcidas do discurso da teoria da evolução. É possível verificar que os estudantes atingiram um dos objetivos propostos na seqüência didática: identificar distintas concepções sobre evolução, diferenciando a concepção científica e aquela presente na vida cotidiana.

#### TRECHO: AULA 4

**PROF.** – Alguém mais acha que o homem é o mais evoluído de todos os seres vivos?

**ANNA** – Eu acho que não.

**NARA** – Eu acho que não. A planta, por exemplo, produz sua própria comida. Então, ela é muito melhor. Ela não precisa de ninguém para alimentar ela. Se o homem não tiver alguém para alimentá-lo, ele morre.

**CIBELE** – Mas a planta depende do homem para ir lá e irrigar ela.

**NARA** – Não, a própria natureza faz isto.

**ANNA** – Não. Não. Não é para dizer quem vive melhor ou pior. É quem mais evoluiu. Evolução é a modificação das espécies ao longo do tempo. Quem mais se modificou e não, quem vive melhor ou pior. O homem foi quem mais se modificou?

**NARA** – Então, se é a modificação ao longo do tempo, a modificação na inteligência do homem mudou alguma coisa? Não mudou nada. Ele continuou assim, da mesma forma.

**CIBELE** – Se ele (o homem) evoluiu assim, não foi porque ele quis.

**PROF.** – Então, seria possível eu quantificar a modificação que houve em aves e no ser humano? Aí eu falo: “houve dez modificações na galinha e uma no ser humano”. E daí?

**NARA** – Mas isto, professora, a modificação que ocorre no ser humano, não é no jeito dele viver? A modificação não é no jeito dele viver?

**PROF.** – Mas isto é evolução biológica?

**NARA** – Não. É uma modificação social. É uma evolução da vida social.

**PROF.** – Aí que está.

**NARA** – Então, não dá para quantificar.

**PROF.** – Não deveria. Porque, quando falamos em evolução de espécies, isto significa que deve ter havido muitas modificações. Estas modificações não ocorreram durante a vida de um indivíduo. Você não pode dizer que... Quero dizer, a inteligência é uma característica que permite a sobrevivência da gente. Nós sobrevivemos mais porque temos inteligência, ela nos permite competir com muitas espécies que tem por aí. Se nossa inteligência nos faz sobreviver por mais dez milhões de anos, então estamos no processo da evolução...

**CIBELE** – Um golfinho é mais evoluído porque ele consegue viver no mar. Se alguém te jogar no mar, você não sobrevive.

**NARA** – É que o golfinho está mais adaptado àquele meio.

**PROF.** – A terceira frase diz: “Só os animais evoluem. As plantas não”.

**ELIANE** – Não. Porque as plantas também evoluem. Tem um monte de espécies de plantas diferentes.

**PROF.** – Você acha que tem mutação em plantas também?

**ELIANE** – Plantas também tem células. Então, devem ter mutações...

**PROF.** – Quando a gente conversa com alunos, eles dizem que as plantas não evoluem! Então, a frase seguinte: “Se as pessoas progrediram na vida, conseguiram um emprego melhor, então elas estão evoluindo. Ter melhor condição de vida é evolução”.

**ALUNOS** – Não.

**PRISCILA** – Às vezes, a evolução não é para melhor.

**PROF.** – Ter um emprego melhor. Estamos tratando de evolução biológica?

**PRISCILA** – Não.

**PROF.** – Isto é uma ocorrência da vida do homem.

**NARA** – Na evolução biológica, a gente não tem escolha, é ao acaso. A gente não diz: “quero evoluir e evolui”.

*PROF.* – A afirmação seguinte diz: “Os carros tem se modificado nestes anos. Os modelos são mais modernos. Os carros evoluíram”. Os modelos dos carros vão se modificando, não vão? Os carros evoluem?

**DOUGLAS** – Evoluem. Não evoluem biologicamente. Mas evoluem... (Risos).

*PROF.* – Eu não sei se vocês já perceberam... Mas, os carros não são seres vivos! Brincadeira! (Risos).

**NARA** – Os carros sofreram mutação (Risos).

*PROF.* – A outra afirmação: “As pessoas precisam se adaptar a vida que têm. Só os adaptados sobrevivem”. Anna, você precisa se adaptar a sua vida de pobre... Se não, vai morrer! (Risos). O que você acha, Eliane?

**ELIANE** – Eu acho que está errado. É como a idéia que a gente tem. Preciso mudar e eu vou lá e mudo...

**NARA** – Não. Essa adaptação não é evolução biológica, mas é da vida social.

*PROF.* – É exatamente isto. As duas idéias (evolução biológica e evolução na vida social) são completamente diferentes. Essas afirmações têm sentido somente para a nossa vida do dia-a-dia. Mas as pessoas, como não conhecem o que é evolução, confundem essas idéias. E acabam usando os dois sentidos como se fossem os mesmos. Até mesmo os estudantes lá na Biologia falam que tudo é uma questão de seleção e adaptação. Que só os fortes, os melhores, sobrevivem. O sentido dessas frases está muito mais ligado com questões sociais, de posição social e ideologia. Vamos ver a afirmação seguinte: “Na vida é assim: os melhores são selecionados naturalmente. Os fortes sobrevivem e os fracos devem morrer. É a seleção natural”.

**CIBELE** – É que na natureza é assim: os maiores comem os menores...

*PROF.* E os fortes sobrevivem?

**NARA** – Eu acho que não. Então, se tiver um grilo marrom e um verde em uma folha marrom. O grilo verde pode ser mais forte, mas ele está indefeso ali. Ele vai morrer mesmo sendo mais forte que o marrom.

**CIBELE** – Tem a esperteza também. Se for mais esperto, então pode sobreviver sem ser mais forte.

(Comentários concomitantes, não foi possível reproduzir).

**ANNA** – Não tem a cobra? A gente pode ser mais forte, mas uma cobra mata a gente!

Quais são as justificativas que os estudantes dão à questão: o homem é mais evoluído dos seres vivos? Nara expõe uma idéia já presente na pré-entrevista. As plantas produzem seu próprio alimento, por isso elas seriam mais evoluídas em um certo sentido.

Anna modifica um pouco seu discurso, ela abandona a idéia de melhora/piora na condição de vida, mas faz uma re-interpretação da frase, dizendo que evolução “é a modificação ao longo do tempo”, porém quem mais se modifica é mais evoluído. Embora a professora/pesquisadora não tenha usado o termo “evolução social”, Nara o elabora para diferenciar a evolução cultural da biológica.

É importante que haja uma distinção entre evolução cultural e evolução biológica. Os fatores que atuaram sobre as espécies ancestrais do homem moderno não são idênticos ao atuais. Essa distinção é necessária para os estudantes não incorporarem ingenuamente idéias da teoria evolutiva que “explicam” as diferenças sociais e as justificam. Essa apropriação do discurso científico para manutenção dos privilégios dos “mais fortes” deve ser questionada. Uma discussão mais ampla sobre esse processo de *ideologização* das teorias biológicas pode ser encontrada na tese de Bizzo (1991).

Quando uma estudante é questionada sobre a possibilidade de evolução das plantas e se haveria mutações nelas, responde fazendo referência a outro conceito: “se elas têm células, então devem ter mutações”. Essa fala significa que o estudante não sabe se as plantas têm mutações, mas se elas são compostas por células que têm mecanismo de funcionamento semelhante, então é possível realizar uma generalização, dizendo que as plantas devem sofrer mutações. O conceito de célula é ancoradouro para o conceito de mutação.

Um dos momentos mais interessantes retratados neste trecho está relacionado à fala de Nara, quando ela continua estabelecendo critérios para distinção da evolução biológica e a social: “na evolução biológica não há escolha, ocorre ao acaso”. Essa distinção é incorporada pelo grupo, que aprende com a interação. Quando Douglas comentava a evolução de modelos de automóveis, ele disse: “não evoluem biologicamente, mas evoluem...”. É evidente que o estudante não poderia dizer que os modelos não evoluem, mas ele considerou uma distinção para dizer sobre qual conceito de evolução ele estaria tratando naquela resposta.

Em um momento adiante, Nara retoma mais uma vez a idéia que ela construiu, lembrando o caso do louva-a-deus (“grilo”), dizendo: “o grilo verde poderia ser mais forte, mas ele não sobreviveria em um ambiente marrom”. Ela usa esse exemplo para mostrar que não é correta a asserção de que a seleção natural sempre favorece os mais fortes.

As relações construídas por Nara não são mera reprodução do discurso da professora/pesquisadora. Ela não está repetindo algo que a professora já falou. Ela criou o exemplo e as relações. Este é um indicativo de aprendizado, de reorganização da rede conceitual da estudante. Alguns autores (COLL, 1998a; COLL, 1998; POZO, 1998) falam em aprendizado quando os estudantes usam conceitos e relações para explicar situações novas. Estabelecida uma idéia, que nem sempre os mais fortes sobrevivem, e dado o exemplo pela Nara, outra estudante interage com esse raciocínio, dizendo: “as cobras não são mais fortes que o homem, mas podem matá-lo”.

Nara e Anna reorganizaram seus modelos explicativos quando estavam expondo suas idéias, pois freqüentemente elas eram questionadas pela professora ou pelos colegas. O fato de falar sobre, refletir, interagir com o grupo expondo dúvidas, permitiu a elas re-elaborarem suas explicações. Talvez, elas não tenham assimilado e acomodado a concepção científica, mas algumas modificações pontuais foram observadas.

### A HERANÇA DE CARACTERÍSTICAS ADQUIRIDAS

Estudantes de distintas idades e culturas aceitam a herança de características adquiridas (BRUMBY, 1984; BISHOP E ANDERSON, 1990; BIZZO, 1994). Neste trabalho, foi mostrado que isto pode ocorrer, não obstante existam incoerências no discurso dos estudantes entrevistados.

#### “A girafa esticava, esticava o pescoço e ele cresceu”

Anna reconhece que as características adquiridas ao longo da vida de um indivíduo não são transmitidas para os descendentes, como os músculos de um atleta. Ela nega que transformações devido ao uso intenso de uma parte do corpo possam ser herdáveis. No entanto, várias vezes ela afirmou acreditar que “de tanto esticar, o pescoço da girafa cresceu”. Há uma incoerência na maneira de pensar que é admitida pela própria estudante:

#### TRECHO: PRÉ/ANNA

*PROF.* – Então, vou lhe perguntar outra coisa. Suponha que seu pai fizesse musculação a vida inteira. E sua mãe também fizesse musculação. Então, os dois se casaram. Como deveriam nascer os filhos?

*ANNA* – Normais.

*PROF.* – Suponha que o filhinho fizesse musculação durante toda vida e se casasse com uma menina que tivesse feito também musculação. Como devem nascer os filhinhos?

*ANNA* – Normais.

*PROF.* – E se passasse um longo tempo, quinze gerações, todos fazendo musculação. Como nasceriam os filhos? Você acha que haverá alteração?

*ANNA* – Acho que sim, não é! Não, acho que não!

*PROF.* – Pensa. Todos fizeram musculação: os filhos, os netos, os tataranetos. Passaram quinze gerações. Todas fazendo musculação. O último filhinho vai nascer mais musculoso ou não?

*ANNA* – Acho que não.

*PROF.* – Mas por que não?

*ANNA* – Eu nasci normal. Fui eu que me modifiquei. Todas as gerações, elas que modificaram isto. Elas não nasceram musculosas. Então, os filhos vão ter que modificar isto também.

*PROF.* – O fato de se fazer musculação durante um longo período, isto não irá alterar as características dos filhos? Eu não estou falando que sim, eu estou colocando apenas a questão. Não pense que, pelo fato de eu repetir a pergunta, que eu quero uma modificação na sua opinião. É só para pensar. Então, o que você acha?

*ANNA* – Isto é a girafa, não é? A girafa esticava, esticava e cresceu. Acho que os filhos vão nascer com o pescoço comprido.

*PROF.* – Parece que a idéia é a mesma. O fato de você usar uma parte do seu corpo continuamente, isto modificaria o que seu filho vai ser ou não?

*ANNA* – Não.

*PROF.* – Será que não? Você acha que não modifica. Por que você acha que não modifica?

*ANNA* – Eu acho que a própria pessoa teria que modificar isto. Daí não explica porque a girafa...

*PROF.* – Porque a girafa tem pescoço comprido.

*ANNA* – É! Entendeu? É super complicado isto! Por isto que é interessante!

*PROF.* – Você acha que não deve modificar... O fato de ela estar usando o pescoço não vai alterar o filho?

**ANNA** – Se eu estou pensando na girafa, eu acho que modifica. Porque eu acredito que as girafas esticaram o pescoço. Acredito que os animais que existem hoje se modificaram. Os dinossauros não devem ter morrido todos. Conforme o ambiente foi mudando, eles tiveram que se adaptar.

Mais adiante, a professora/pesquisadora novamente interpela a estudante, colocando o problema da descendência de ratos cujos ancestrais foram mutilados. Anna afirma que a descendência das primeiras gerações é normal. Entretanto, demonstra dúvida quando questionada sobre a possibilidade disso ocorrer após 100 gerações: “deve chegar um dia que (a cauda do rato) não nasce”. Mas essa idéia parece ser incompatível com outras presentes na sua rede conceitual, pois ela rapidamente lembra um outro exemplo, dos cachorros “poodle”, os quais, apesar da perda de uma parte do corpo em diferentes gerações, continuam nascendo com as caudas. Mais uma evidência da impossibilidade da herança de características adquiridas, lembrada pela própria estudante.

#### TRECHO: PRÉ/ANNA

**PROF.** – Então, eu vou fazer uma pergunta, que pode parecer que não tenha relação com o que discutimos. Então, se eu pegasse um ratinho e cortasse a cauda dele, dos seus filhotes e também da “mulher” dele?

**ANNA** – A cauda vai continuar cortada porque...

**PROF.** – Calma! Espera aí! Então, a cauda dele não cresce. Não tem regeneração, certo? Vamos pensar no filhote dele. Este filhote deve nascer ou não com cauda?

**ANNA** – Com cauda, eu acho...

**PROF.** – Você acha que vai ter cauda, e se eu cortar novamente? Cortar a cauda do filhote e da rata com quem ele acasalar? Como serão os filhotes deste casal?

**ANNA** – Terão cauda.

**PROF.** – E se eu cortar novamente?

**ANNA** – Vai chegar um dia que não vai ter mais cauda, não é?

**PROF.** – Então, é isto que eu quero saber. Eu quero lhe perguntar: eu vou cortando as caudas, corto de cem gerações...

**ANNA** – Vai chegar uma época que os filhotes nascerão sem cauda, não é?

**PROF.** – Não sei...

**ANNA** – Sabe dos cachorros. Todo mundo corta o rabo dos cachorros. E dos “poodle”. Todo mundo corta o rabo do “poodle”, e todo “poodle” nasce com a cauda comprida.

**PROF.** – Então... Você acha que o fato de eu cortar não altera a característica do bicho. O filho dele vai continuar a nascer com cauda... Ou não? O que você acha?

**ANNA** – Eu acho que nasce com cauda.

**PROF.** – Já saquei que você acha que vai nascer com cauda, não estou dizendo que vai nascer sem cauda, eu quero saber o porquê você acha isto.

**ANNA** – Sabe por quê? Pensa bem. Cortaram a cauda dele. Não é uma coisa dele a cauda cortada, isso foi uma ação que fizeram, entendeu? Por exemplo, se eu cortasse o meu braço e do meu marido, meu filho iria nascer com braço. Não é possível que meu filho nasça sem braço, só porque eu e meu marido não temos braço. Isto foi um acidente... Não é o meu organismo que é assim.

**PROF.** – Então, o que você acha que passa para os seus filhos?  
**ANNA** – O que eu sou antes de cortarem o meu braço. O braço é uma coisa externa, não acontece a mesma coisa se, “tipo”, eu pegar uma doença.

O argumento que Anna usa para justificar que não existe herança de características adquiridas é que a modificação foi causada por uma ação externa, como se dissesse que não foi uma vontade do organismo. Se no seu modelo explicativo um organismo se modifica porque precisa se ajustar a uma alteração no meio e isto ocorreria devido à necessidade percebida por ele, então uma mudança que o organismo não “desejasse” não se concretizaria: “não é possível que meu filho nasça sem braço só porque eu e meu marido não temos braço. Isto foi um acidente... Não é meu organismo que é assim”.

Carol também não demonstrou acreditar na herança de características adquiridas. Inclusive não aceita a crença de que o pescoço da girafa cresceu devido ao uso.

#### TRECHO: PRÉ/CAROL

**PROF.** – “Vai se acostumando...” Então, vamos supor o seguinte: uma pessoa que nasceu na Escócia. Branquinha. E ela precisa trabalhar na África. Um ambiente diferente. Ela precisa trabalhar e morar na África. Ela encontra um homem também branco e os dois se casam. Aí, ela vive um longo tempo lá, e vai se queimando, se queimando devido ao sol. E o marido também se queima

bastante, e se torna moreno. Como você acha que serão os filhos desse casal? Brancos ou de alguma forma mais queimados?

**CAROL** – Brancos.

**PROF.** – Então, vamos supor que os filhos continuem morando lá.

**CAROL** – Se ele crescer lá, então vai ficar moreninho.

**PROF.** – E se ele se casar com uma moreninha queimada pelo sol, como serão os filhos deles?

**CAROL** – Brancos.

**PROF.** – E se eu deixar a família lá por 200 anos, sempre com o mesmo tipo de casamento?

**CAROL** – A pele (dos filhos) vai nascer sempre branca, porque a pele dele tem uma origem branca.

**PROF.** – Então, você acha que o sol não influencia?

**CAROL** – Nesse caso, acho que não.

**PROF.** – Como um ambiente, se tornando cada vez mais quente, pode influenciar ou modificar o homem?

**CAROL** – Modifica, assim, o modo de viver dele.

**PROF.** – Como?

**CAROL** – Porque ele está acostumado a viver lá frio e, de repente, mudou para cá. O adulto é mais difícil superar, já a criança, não. A criança não é acostumada a nada. Então (neste caso) é totalmente diferente. O urso já estava no frio. Ele veio e pode não se acostumar, sei lá. Ou se (ele) adapta ao calor...

**PROF.** – Vamos supor que meu pai é um ginasta e fez ginástica a vida toda. Aí, ele se casa com a minha mãe, que também fez ginástica a vida inteira. Como vai nascer o filho deste casal, nasce mais forte ou não?

**CAROL** – Como assim? Forte fisicamente?

**PROF.** – É. Vai nascer mais musculoso do que um filho de um casal que não faz musculação?

**CAROL** – Não.

**PROF.** – E a história da girafa? A Anna não lhe contou sobre a girafa? Por exemplo: vamos supor que a girafa esticasse o pescoço durante toda sua vida. Será que os filhos dela vão nascer com o pescoço mais comprido ou não?

**CAROL** – Não. Acho que não. A girafa esticando o pescoço... Não dá para explicar...

É estranho perceber a contradição na maneira de pensar dos estudantes. Eles não aceitam a possibilidade das características adquiridas serem transmitidas para a prole, porém quando questionados sobre a razão da atrofia dos olhos de bagres que vivem em cavernas, como relatado na literatura, responderiam que o olho do bagre se atrofiou porque não era necessário. Isto, em outras

palavras, significa entender que o bagre não usava o olho e a característica foi desaparecendo ao longo das gerações.

Nara ilustra muito bem essa incoerência. No seu modelo explicativo os organismos mudam em função de uma necessidade gerada pelo ambiente, logo ela aceita a idéia da herança de características adquiridas, pois seria o único mecanismo pelo qual os organismos poderiam se transformar. As observações especialmente relacionadas à vida cotidiana mostram que essa idéia não é válida. Na rede conceitual da estudante, portanto, já existe conflito cognitivo que é evidente nas falas.

#### TRECHO: PRÉ/NARA

**NARA** – Se o filho deles vai ser musculoso também?

**PROF.** – É, quero dizer, se vai nascer mais musculoso do que o filho de uma pessoa que não fez musculação?

**NARA** – Acho que não. Não é porque os pais são musculosos que o filho vai nascer musculoso.

**PROF.** – Se, por exemplo, o filho desse casal que fez musculação a vida toda. Se ele também fizesse musculação e se casasse com uma mulher que também tivesse feito. Como seria o filho desse casal. Nasceria mais musculoso do as crianças normalmente nascem ou não?

**NARA** – Ah. Acho que não. Só porque eu fiz esporte a vida inteira, meu marido fez esporte a vida inteira. Aí meu filho faz esporte a vida inteira, o filho dele vai ser mais esportista que os outros... Eu acho que não.

**PROF.** – Você acha que não?

**NARA** – Eu acho que não.

**PROF.** – Então, vamos mudar a questão. Imagine que você tenha um rato. Então, eu corto a cauda do rato, corto a cauda da fêmea do rato. O rato e a rata ficam sem cauda, o filhote deles nascerá com ou sem cauda?

**NARA** – Com cauda.

**PROF.** – E se for cortada a dele também? E da fêmea que cruzará com ele. Como será esse filhote “netinho”?

**NARA** – Ah! Ficam cortando demais, aí acaba nascendo (um filhote) sem (cauda).

**PROF.** – Então, se cortássemos durante 100 gerações as caudas dos ratos. Você acha que o fato de se cortar repetidamente, em todas as gerações, que chegaria um momento onde os ratos nasceriam sem cauda, ou não?

**NARA** – Ah! Eu acho que vai nascer sem cauda.

**PROF.** – Por que você acha que isto ocorreria?

**NARA** – A gente vai cortando tanto, que chega uma hora em que o organismo vai dizer: se vai cortar, (então) não vai precisar, não é? Então já não faz isso (não faz cauda).

**PROF.** – Mas tente arrumar uma explicação melhor...

**NARA** – Ah! Professora, não é igual ao rabo, não dizem que o homem tinha rabo?

**PROF.** – Não, não sei...

**NARA** – Dizem que tinha

**PROF.** – Então dizem...

**NARA** – Dizem que existem indícios que (o homem) tinha (rabo). Nem sei se realmente é verdade que a gente veio do macaco. (A gente teria) vindo do macaco. Aí, foi indo, foi indo, foi indo (o tempo foi passando). Conforme ele foi evoluindo, ele (o homem) foi vendo que não precisava daquele rabo, não foi? Aí tiraram.

**PROF.** – Quem tirou?

**NARA** – Sei lá! O próprio, a própria natureza, foi vendo que aquilo não precisava e foi tirando.

**PROF.** – Mas como funcionaria isto. Por exemplo: você disse “vai tirando”, o que é esse “tirando”. Como a natureza tiraria? Como você imagina isto?

**NARA** – Um monte de células produzindo...

**PROF.** – O rabo, e aí?

**NARA** – Aí, (as células) estavam trabalhando sem necessidade, (elas) podiam aproveitar aquela energia para outros lugares. Aí foi distribuindo essa energia para outros lugares e aí sumiu.

**PROF.** – E aí sumiu o rabo?

**NARA** – É!

Diante de uma inconsistência, parece que há uma reorganização das idéias dos estudantes para que se tornem coerentes novamente. Nara não demonstrou aceitar a idéia de herança de características adquiridas. Mas, consideradas várias gerações, aí sim ocorreriam alterações herdáveis no organismo: “porque chegaria um momento que o organismo não iria mais precisar, então o indivíduo se modificaria”. O exemplo que Nara narra é ilustrativo: como o indivíduo não precisa de um órgão, como o rabo, então as células deixariam de enviar energia para ele, que desapareceria.

Jensen e Finley (1995) elaboraram atividades para provocar conflito cognitivo, usando os exemplos similares aos já apresentados. Nas pré-entrevistas foi encontrada evidência de que esse conflito já esteja presente na rede conceitual do estudante. Restará entender melhor como o estudante resolve esse conflito e qual a possibilidade de intervenção do professor nessa “rede”.

### O pescoço da girafa e Darwin

É necessário reconhecer que as características do indivíduo já estão determinadas, e não se modificam ao longo do tempo, para refutar a possibilidade das características adquiridas serem transmitidas aos descendentes. Existe, no entanto, aparente inconsistência lógica nesse raciocínio. Se as características dos organismos não mudassem, então eles não poderiam evoluir.

Darwin (1868) já havia pensado neste problema quando elaborou a teoria da pangênese. Para ele, cada parte do corpo de um indivíduo produziria gêmulas semelhantes às sementes, as quais seriam herdadas pela prole. Ora, o uso/desuso de algumas partes do corpo poderia alterar as gêmulas, as quais seriam transmitidas já modificadas para os descendentes. Dessa maneira, os indivíduos apresentariam características distintas dos ancestrais.

Bizzo (1993b) lembrou que,

quando Darwin estudou patos selvagens e domésticos, intrigou-se com o tamanho das pernas do doméstico que, ao contrário das asas, eram muito maiores do que as dos selvagens... Para os estudantes, não havia dúvida que, devido ao fato do pato doméstico andar muito e não voar, ele foi perdendo gradativamente a capacidade de voar e foi fortalecendo as pernas.

E menciona uma frase de Darwin (1868) que explica o mesmo problema: “não pode haver dúvida que essas mudanças ocorreram pelo aumento do uso das pernas e diminuição do uso das asas”.

Rudolph e Stewart (1998) também consideraram as explicações “lamarckistas” de Darwin, citando uma frase presente na sexta edição do *Origem das espécies*: “there can be no doubt that use in our domestic animals has strengthened and enlarged certain parts and disuse diminished them, and that modifications are inherited”.

É inadequado, portanto, contrapor as idéias de Darwin às de Lamarck, dizendo que somente um deles aceitava a herança de caracteres adquiridos. Assim como é discutível categorizar as concepções dos estudantes em “lamarckistas” ou “darwinistas”, tomando como critério a crença ou não nas características adquiridas. Além disso, existem incoerências nas explicações dos estudantes como já foi demonstrado.

### “Como surgem as novas características?”

Durante as aulas, não havia uma atividade específica que propiciasse discussões em relação à possibilidade de uma característica adquirida ser ou não transmitida nas gerações. Nos trechos selecionados são explicitadas algumas dúvidas dos estudantes em relação à hereditariedade e como surgem as variações nas populações. Como podemos explicar o surgimento de uma pessoa albina ou de um louva-a-deus esverdeado na população?

Nara relaciona o problema do surgimento do albino a uma falha, um erro nas informações genéticas do indivíduo: “pode ter uma quantidade errada de melanina”. Anna, no entanto, diz que, se alguém já teve albinismo, então ele pode reaparecer. Se nenhum ancestral apresentasse essa característica, então ela não poderia surgir como uma novidade na população.

Os estudantes estavam aprendendo alguns princípios relacionados ao tema Genética no curso regular. Eles retomam essas informações e as utilizam quando estava sendo discutido o seguinte problema: se cortássemos o braço de alguém, essa modificação seria herdada? Os estudantes mostram conhecer algumas idéias relacionadas à transmissão de características, mas suas concepções de herança não foram investigadas neste trabalho.

#### TRECHO: AULA 3

*PROF.* – Então, vamos supor o seguinte: se eu cortasse o braço da Lini. O filho dela nasceria com ou sem braço?

*ANNA e NARA* – Com braço.

*PROF.* – Por quê?

*CIBELE* – Porque a informação, nas células dela (Lini), está escrito “com braço”.

*PROF.* – Com braço. E para eu fazer uma Lini sem braço, o que eu precisaria modificar?

*CIBELE* – Cortar o braço dela (Risos).

*PROF.* – Está bem. Mas, seria possível eu produzir uma Lini sem braço. Vamos supor que eu tivesse uma técnica para modificar tudo o que eu quisesse, como eu faria?

*CIBELE* – Tira os genes que tem a informação para braço.

*PROF.* – Tira de onde?

*CIBELE* – Dos cromossomos.

*PROF.* – De quem?

*CIBELE* – Dos pais dela.

*PROF.* – Você entendeu alguma coisa, Douglas?

*NARA* – Explica para ele, assim, por cima.

*PROF.* – Você concorda comigo que a gente tem células no nosso corpo, caixinhas, as caixinhas do meu ovário e do seu testículo são as mais importantes. As informações estão ali nos meus óvulos e nos seus espermatozoides... A informação que você irá passar para o seu filho. Se eu cortasse o seu pescoço e seu testículo estiver inteiro, não haverá modificação nas informações passadas para seu filho. Ele nascerá com cabeça, porque o seu espermatozóide tem informação para cabeça. Agora, se eu pudesse pegar o seu espermatozóide e tirar a informação para cabeça lá existente, então seu filho nasceria sem cabeça.

*DOUGLAS* – “Tá”. No caso do homem que ela falou, sem nenhum cabelo ou pelo no corpo, no caso dele ter um filho, não pode nascer com cabelo?

Nos livros didáticos mais tradicionais, pela organização do conteúdo, parte-se da premissa de que é necessário aprender genética antes da evolução. É evidente que se os argumentos usados para explicar a evolução biológica estiverem pautados pela teoria sintética da evolução, muitos conceitos dependem de outros derivados da Genética de Populações. Mas se tomados como referência os argumentos de Darwin, talvez se pudesse dispensar em parte esse conhecimento.

Zuzovsky (1994) comparou os argumentos históricos usados por distintos autores para justificar a evolução das espécies. Embora muitas vezes eles utilizem um mesmo conceito, certamente os significados não se sobrepõem. A evolução para Darwin tem um significado distinto daquele atribuído pelos autores da teoria sintética da evolução. As idéias e evidências, por exemplo, para explicar a variabilidade nos organismos são completamente diferentes nos dois momentos históricos.

Na maior parte das publicações sobre ensino de evolução, quando os autores dizem que elaboraram atividades para “ensinar” as idéias “darwinistas”, é possível perguntar se o objetivo era que os estudantes aprendessem os argumentos elaborados por Darwin, ou re-elaborados pelos autores da teoria sintética da evolução e pesquisadores atuais. É inadmissível falar da teoria da evolução, com distintos referenciais históricos, como se fossem simplesmente diferentes versões de uma mesma formulação teórica.

## ESPÉCIE E VARIABILIDADE

O reconhecimento da grande diversidade de seres vivos e da existência de variabilidade entre indivíduos pertencentes à mesma população foi importante para elaboração da teoria da evolução. Como os estudantes compreendem a diversidade? Os estudantes reconhecem as variações existentes nas características dos indivíduos pertencentes a uma população? Qual o significado de espécie para eles? Essas idéias não foram investigadas durante as pré-entrevistas, mas estiveram presentes nas discussões encaminhadas em sala de aula.

Na segunda aula, os estudantes analisaram três grupos de ilustrações, retratando seres da mesma ordem, do mesmo gênero e mutantes da mesma espécie. Foi solicitado a eles que dissessem em qual das figuras estavam representados indivíduos da mesma espécie. Houve discussão intensa, porque um grupo de estudante escolheu uma das figuras em contraposição a um outro. No entanto, os critérios utilizados pelos estudantes eram sempre morfológicos. Anna disse que os animais tinham de ser “mais ou menos do mesmo tipo”. E, em muitos momentos, os estudantes se perguntaram se os seres da mesma espécie tinham de ser ou não idênticos, ou seja, se havia ou não variações entre os indivíduos de uma espécie.

### TRECHO: AULA 2

**DOUGLAS** – Lá não tinha o louva-a-deus verde e o marrom... Então, a coloração não tem problema.

**DANI** – É, mas depende da espécie.

**PROF.** – Mas o padrão de coloração deles aqui...

**NARA** – Olha aqui na figura três. O formato das asas é completamente diferente!

**CIBELE** – Olha, essa é maior... “Grandona...”

**PROF.** – Olhem essa mosca com asa bem curta, na figura 3, essa mosca voa?

**NARA** – Voa?

**CIBELE** – Voa. Ela não está com as patas abertas.

**PROF.** – Como vocês explicariam essa asinha?

**CIBELE** – Ela está aberta?

**DOUGLAS** – Ou nasceu defeituoso.

**PROF.** – Ou as moscas com essa asinha nasceram defeituosas.

**CIBELE** – Ah! Mesmo assim, são diferentes... As asas, todas são defeituosas por acaso, professora?

**NARA** – Então todas as moscas são iguais?

**PROF.** – Não! Todas as moscas não são iguais

**NARA** – Então, aqui tem moscas... E elas são diferentes... E são da mesma espécie, Drosófila. Então, elas tinham que ser iguais para ser da mesma espécie?

**CAROL** – Não, Nara, para ser da mesma espécie, não precisa ser igual.

A busca de uma característica que pudesse diferenciar as espécies nas distintas figuras leva os estudantes à observação de moscas “defeituosas” em um dos grupos. No entanto, novamente aparece a dúvida se indivíduos da mesma espécie têm de ser iguais ou não. Os estudantes somente consideram os critérios morfológicos para classificar os organismos, mesmo após terem lido e discutido, no dia anterior, trecho de um texto que dizia: os organismos são considerados da mesma espécie quando se reproduzem. Eles não apreenderam, durante os anos no Ensino Fundamental, o conceito biológico de espécie.

Os estudantes consideram que todos os grilos são da mesma espécie (“todos os grilos são grilos”), como se todas as pessoas, todos os ratos, todos os sapos, os jacarés etc. representassem grupos de seres iguais. Todos os grandes grupos de seres vivos são considerados como espécies. No trecho seguinte, a professora/pesquisadora disse que em uma das figuras existiam indivíduos mutantes. A discussão, no entanto, girava em torno da coloração como critério para distinguir as espécies, quando Eliane faz uma importante questão:

### TRECHO: AULA 2

**PROF.** – E o que é mutação? É o estilo de um defeito. Aqui vocês têm mutantes de asa. Mas como é que eu saberia se elas são da mesma espécie ou não? Para a gente considerar da mesma espécie, o que devemos levar em conta?

**CIBELE** – Coloração?

**PROF.** – Coloração. Mas, não daria para a gente saber... Porque todas são diferentes...

**CIBELE** – Tamanho, asas, cor dos olhos...

**PROF.** – Mas, por exemplo, se lembrarmos do louva-a-deus, aquele marrom e depois nasceu um esverdeado. Vocês iriam