

classificá-los como pertencentes à mesma espécie? Considerando a coloração...

**ANNA** – Não.

**CIBELE** – É diferente.

**PROF.** – Se considerarmos somente a coloração, uma pessoa branca e uma negra, vocês os classificariam como pertencentes à mesma espécie? E se pegarmos aqueles pigmeus africanos, que são muito baixos, e um atleta de dois metros de altura? Seriam da mesma espécie?

**ANNA** – Oh! Professora, se eu colocasse um cara de dois metros e um anão e perguntasse se eles são da mesma espécie? (Risos)

**CIBELE** – Ah, professora, não dá para comparar com o caso humano.

(Uma série de comentários concomitantes. Não é possível transcrever.)

**ELIANE** – Coloca eles para cruzar... Se eles se reconhecerem... É da mesma espécie (Risos).

**PROF.** – No caso do ser humano, talvez não conseguíssemos fazer o que a Eliane disse. Mas, no caso das moscas, o que vocês acham? Se eu colocasse essas moscas da figura dois para cruzar entre si, é lógico que machos e fêmeas, afinal se eu colocasse dois machos não daria certo! (Risos). Se as moscas não se reconhecerem durante o cruzamento, então são de espécies diferentes. Para ser da mesma espécie, além de ter características semelhantes, é preciso que haja possibilidade de reprodução. Se as moscas se acasalarem, então as consideramos como pertencentes à mesma espécie.

**CIBELE** – Mas, professora, e no caso lá do louva-a-deus, um não nasceu do outro? Se colocasse para cruzar, eles cruzam. Mas, então, por que formaram espécies diferentes?

**PROF.** – Eles acumularam modificações. Vamos supor que os verdinhos fossem viver aqui e os marronzinhos ali... Então, modificou mais alguma coisa no verde e mais alguma coisa no marrom. Aí, se eles se encontrassem e não se reconhecessem para cruzar, aí a gente os consideraria de espécies diferentes. Não basta uma característica para diferenciar, eles têm de acumular modificações. Fala Nara.

**NARA** – Na verdade, eu acho que não reconheceu.... Ah! Eu tenho uma tartaruga e minha vizinha tem um “tartarugo” (Risos). Minha tartaruga é assim: Tem o casco redondo e cabeça pontudinha. O “tartarugo” é de casco redondo e cabeça pontudinha, mas as bolinhas dele eram vermelhas, mas não tão vermelhas como as da minha. Mas aí, a gente deixou os dois para cruzar e não aconteceu nada! Aí, eu arrumei um outro “tartarugo”, menor e diferente, porque o casco dele era mais claro, mais reto, a cabeça mais redonda e ela cruzou! E eles eram muito diferentes!

Exposto um novo critério para classificar como espécies diferentes, que é a reprodução, rapidamente os estudantes relacionam outros casos. Cibele pergunta: “mas, professora, e no caso lá do louva-a-deus, um não nasceu do outro? Se colocasse para cruzar, eles cruzam. Mas, então, por que formaram espécies diferentes?”. Nara também se reporta a uma experiência pessoal, dizendo que tartarugas com características distintas podem se reproduzir. Portanto, o critério da coloração para distinguir espécie não deve ser tão importante. Continuando a discussão sobre o que caracterizaria uma espécie, é possível apreciar outras dúvidas:

#### TRECHO: AULA 2

**CIBELE** – Então, a mesma coisa acontece com cachorro. O cachorro possui um monte de coisas (características) diferentes, tem um monte de raças diferentes.

**ANNA** – É coisa de cachorro! (Risos).

**PROF.** – São raças diferentes, mas eles pertencem à mesma espécie? Vamos supor o seguinte: Vocês vão morar nos USA e levam um cachorro bem pequeno. Acasalam-no com outros bem pequenos, da mesma raça que ele. E passam cinquenta gerações fazendo este tipo de cruzamento. Seleccionando os cachorros bem pequeninhos para fazer um “pocket” cachorro, um cachorro de bolso. Quando pegarmos esse cachorrinho e tentarmos cruzar com um cachorro grande, o que vai acontecer?

(Vários comentários concomitantes).

**NARA** – Eu acho que não vai cruzar, porque não tem condições (o tamanho dificulta a cópula).

**CIBELE** – Ele deveria cruzar... Mas é porque não tem condições...

**NARA** – Um cachorro grande e um pequeninho!

**PROF.** – Quando você pega os dois, você está realizando um tipo de seleção, como se fosse a seleção natural. Você percebe que, quando esses animais se encontram, eles já não têm mais como cruzar, pois o tamanho dificulta a cópula.

**CIBELE** – Mas, assim, professora, espécies diferentes... Quanto a gente fala que não se cruzam.... E se usar inseminação artificial, eles não vão se cruzar?

**PROF.** – Boa pergunta! Eu estou dando um exemplo para dizer que, se passasse muito tempo, os dois cachorros iriam formar espécies diferentes. Mas, se você usar a inseminação artificial, provavelmente o embrião iria se desenvolver. Então, a gente consideraria da mesma espécie.

**CIBELE** – Então, e se a gente pensar no caso do louva-a-deus?

**PROF.** – Não. Aí você tem que imaginar que eles acumulam muitas modificações e já não se reconhecem para cruzar.

**NARA** – E por inseminação artificial dá para cruzar espécies diferentes?

**PROF.** – Raramente... As informações não batem... É como se os cromossomos não se reconhecessem, então, o embrião não vinga. Por exemplo, se pegarmos um óvulo de ser humano e o espermatozóide de um chimpanzé, pode até formar um embrião, mas ele não se desenvolve, chega uma hora que cessa o desenvolvimento.

**CIBELE** – Mas já tentaram cachorro com gato? Humano com outros animais?

**PROF.** – Os embriões não são viáveis, não se desenvolvem.

**NARA** – Golfinho e Baleia são mamíferos... Mas são de espécies diferentes? Se fizerem inseminação?

“Será que a inseminação artificial daria para cruzar espécies diferentes? Será que já tentaram com cachorro e gato? Baleia e golfinho são mamíferos, daria para cruzar?” As discussões colocadas retratam questionamentos históricos e revelam que os estudantes consideram como sendo da mesma espécie grandes categorias taxonômicas, tais como mamíferos, baleias, golfinhos. Esses grupos representariam tipos de seres vivos ou essências.

Muitos pesquisadores utilizam critérios morfológicos para classificar os organismos. A importância, no entanto, dos estudantes considerarem o conceito biológico de espécie reside na compreensão de que organismos, para serem agrupados como pertencentes à mesma espécie, têm de manter o fluxo gênico. É importante que o estudante relacione reprodução com troca de genes, diversificação e especiação. Essa seria apenas uma aproximação ao conceito de espécie que, mesmo dentro da comunidade científica, está sendo re-avaliado (FUTUYMA, 1992).

Os estudantes não percebem a variabilidade existente nas populações. Não sabem se todos os indivíduos de uma espécie são iguais ou não. Entendendo grandes grupos como espécies, eles acreditam que, por imposição do meio, os indivíduos se modificam devido ao uso/desuso de partes do corpo. A consciência da necessidade de se ajustar faria com que, de alguma maneira, o organismo se alterasse. Como os indivíduos da mesma espécie são semelhantes, todos teriam uma mesma essência, então todos se modificariam igualmente por imposição do meio.

Não é possível o entendimento da teoria evolutiva se não houver compreensão do conceito de variabilidade genética, ou seja,

que nenhum organismo pertencente a uma população é idêntico a outro, salvo casos de reprodução assexuada ou gêmeos idênticos. Se os estudantes entendem, por exemplo, que todas as girafas são da mesma espécie e são iguais, ou têm alguma essência comum, não é possível compreender a evolução.

Quando foi exposta nas pré-entrevistas a possibilidade, por exemplo, de existirem girafas de pescoço comprido e outras de pescoço curto, Nara rapidamente lembrou que existem pessoas grandes e pequenas, relacionando essa variação observada na espécie humana ao outro caso. Houve reorganização momentânea da maneira de pensar da estudante. Os conceitos de diversidade biológica e variabilidade genética são fundamentais para a compreensão da evolução dos seres vivos.

## SELEÇÃO NATURAL

Os estudantes não mencionaram, durante as pré-entrevistas, a idéia de que nascem muitos indivíduos em uma população, porém nem todos sobrevivem ou se reproduzem. No modelo explicativo dos alunos não existem variações ou diferenças entre os organismos pertencentes à mesma população. Eles admitem que existiu extinção de alguns seres vivos que não se adaptaram ao meio. No entanto, a idéia de seleção está vinculada ao significado cotidiano, sendo relacionada à competição entre “fortes e fracos”, como já havia sido descrito por Bizzo (1994).

Durante a leitura do texto referente à *primeira aula*, foi mencionado o conceito de seleção natural como sendo a sobrevivência diferencial dos organismos em uma população.

Na *terceira aula*, foi tratado especificamente o conceito de seleção usando exemplos tradicionais, como a seleção da variedade de mariposa melânica na Inglaterra e dos anêmicos falciformes em regiões onde a malária é endêmica.

Nas discussões em sala de aula, foi verificado que alguns estudantes compreenderam de maneira inesperada a situação apresentada. Eles disseram que as mariposas claras eram mais visíveis na mata, por isto seriam mais facilmente predadas. Eles não conheciam a história do processo de industrialização na Inglaterra, nem tampouco imaginam bosques nos quais os troncos pudessem estar escurecidos devido à fuligem das chaminés fabris. Os estudantes logo

imaginam uma floresta tal qual a amazônica onde certamente as mariposas claras seriam mais aparentes em meio às folhas verdes.

Houve outra compreensão inesperada: uma estudante entendeu que os colecionadores teriam provocado a redução do número de uma das variedades de mariposa, já que eles as coletavam freqüentemente, logo a redução no número de mariposas claras era devido à coleta. Esses exemplos ressaltam a importância de ouvir os alunos em sala de aula, pois muitas vezes eles compreendem de maneira original e peculiar as situações expostas.

Esclarecido que a situação que os estudantes tinham de explicar era: a redução no número de mariposas claras coletadas após o processo de industrialização na Inglaterra e a coleta mais freqüente das mariposas escuras. Alguns estudantes sugeriram que teria havido uma “adaptação para melhor”, ou seja, que as mariposas teriam se acostumado ao ambiente poluído. Neste momento, a professora/pesquisadora interpela os estudantes sobre como os indivíduos se modificariam. Explicita, mais uma vez, a incoerência existente no modelo explicativo, utilizando uma outra estratégia: a professora assume o modelo prévio e o defende. Como os estudantes reagem a isto?

### TRECHO: AULA 3

*PROF.* Você poderia dizer que as mariposas claras estão mais acostumadas ao ambiente não poluído e as escuras, ao ambiente poluído, e daí?

*ANNA* – Não, então, a mariposa escura já existia antes, ela já vivia antes do ambiente ficar poluído?

*PROF.* – Existia... Então?

*ANNA* – Então?

*PROF.* – Ou o organismo da mariposa clara poderia ter se modificado para escuro só para sobreviver em ambiente poluído, o que vocês acham?

*ANNA* – Mas nenhum organismo, como você disse, vai modificando. Ou (a mariposa) nasce com alguma mutação (que a torne) escura, ou ela continua branca.

*PROF.* – Mas, isto que eu falei, não é uma outra explicação que você poderia dar?

*ANNA* – É uma outra.

*PROF.* – Você poderia dizer assim: O organismo das mariposas brancas mudou para se adaptar. Ou seja, elas foram ficando escuras com o tempo. Ou, para se ajustar ao novo meio...

**CIBELE** – Não! Tudo que você está falando está errado!

*PROF.* – Mas qual a melhor explicação? Não, eu não estou dizendo que isto é certo... Eu estou querendo que vocês me justifiquem como seria uma outra explicação!

Anna reconhece a incoerência, dizendo: “nenhum organismo vai se modificando, como você disse... Ou (a mariposa) nasce com alguma mutação (que a torne) escura, ou ela continua branca”. E Cibele, identificando as idéias contraditórias diz: “tudo o que você está falando está errado!”.

Neste momento, cabe uma discussão fundamental sobre a concepção de “erro”. Se o estudante percebe que possui um conjunto de explicações diferente daquele descrito pelo professor, mas entende que sua maneira de pensar é “errada”, ele pode reagir a isto de diferentes maneiras. O estudante pode identificar esse “erro” e usar as idéias científicas em reconhecimento à autoridade do professor. Ele não está reorganizando sua rede cognitiva, ele está criando um outro “departamento cognitivo” para falar de tal modo que satisfaça o professor. Diante de uma situação nova, um problema a ser explicado, o aluno tenderá a utilizar o seu modelo explicativo, aquele que faz sentido para ele.

Autores construtivistas apontam a necessária mudança na relação de professores e estudantes com o “erro”. Este pode ser objeto de reflexão e pode haver modificações significativas no aprendizado quando se realizam atividades metacognitivas para analisar os “erros” cometidos pelo grupo, ou seja, quando se reflete sobre o “erro”.

Não se deve considerar a concepção cotidiana dos estudantes como “errada”: ela é diferente da explicação científica. A concepção do sujeito tem uma coerência própria e explica muitos fenômenos que satisfazem as indagações dele. Os resultados das pesquisas educacionais, como as apresentadas neste trabalho, têm revelado que essas concepções são bastante resistentes à modificação. Muitas vezes, os estudantes não alteram sua maneira de pensar durante um período de aprendizagem e respondem questões nas avaliações que lhes parecem corretas, pois estão coerentes com seus modelos. Mas, para o professor, a resposta é vista como “errada”, pois não reproduz o discurso usado em sala de aula. O professor não conhece os modelos explicativos dos estudantes e não faz sentido a resposta dada por eles.

Uma das condições apontadas para que haja mudança conceitual (POSNER E COL., 1982) é a necessidade do sujeito reconhecer que seu modelo explicativo não dá conta de explicar alguns problemas, ou é incoerente. Ora, para o estudante, isto poderia significar reconhecer que o seu modelo está errado e o científico é o certo. Ou, como diz Cobern (1996), reconhecer que a explicação científica é superior à do sujeito. A conotação de “erro” do estudante e o significado “afetivo” atrelado podem impedir a análise racional da concepção científica apresentada.

### ADAPTAÇÃO

Os estudantes mencionam adaptação em muitos momentos das pré-entrevistas como sinônimo de ajustamento, como outrora reportado por outros pesquisadores (BISHOP E ANDERSON, 1990; BIZZO, 1994). Anna diz explicitamente acreditar que os seres vivos se modificaram com o tempo, no entanto, ela não sabe explicar como eles se modificariam.

#### TRECHO: PRÉ/ANNA

*PROF.* – Então, por exemplo, os dinossauros devem ter se modificado para dar origem a outros bichos... Como eles teriam se modificado? Quem ou quê teria provocado a modificação?

*ANNA* – O ambiente.

*PROF.* – Como, Anna?

*ANNA* – Eu vou te explicar. Vamos supor um que esteja um calor infernal, um calor insuportável. Os filhinhos dos dinossauros começam então a se modificar. É que eles nasceram naquele ambiente já modificado, então os filhinhos vão ser adaptados. Eles vão começar a se adaptar ao calor.

*PROF.* – Como?

*ANNA* – Eu não sei explicar como!

*PROF.* – Esse “ser adaptado” é outra...

*ANNA* – É. Ele sofre mutação.

*PROF.* – Mas sofre mutação por causa do ambiente? O ambiente que causa a mutação? Ou ele já teria sofrido a mutação quando estava na barriga da mãe?

*ANNA* – Acho que sim, pois pensa bem. Como eu vou te explicar...

*PROF.* – Então, onde vai ocorrer a mutação?

*ANNA* – Aconteceu uma série de coisas na Terra, não é?

*PROF.* – Vamos supor o seguinte: vamos imaginar que antigamente você tivesse um inverno, muito, muito frio. Aí, o ambiente teria se modificado, ficando cada vez mais quente.

*ANNA* – Então, os dinossauros estavam adaptados ao frio, daí eles morreram de calor, certo? Eu acredito que outros (outros animais) se adaptaram, se modificaram lá no calor, não é? O organismo deles começou a se modificar para conseguir sobreviver ao calor.

*PROF.* – Mas você acha... Assim, por exemplo, eu estava vivendo em um ambiente frio. E eu passo a viver no calor. Eu não estava adaptada a viver no calor, então os meus filhos nascem no calor. Os meus filhos é que se adaptam ao calor, é isto?

*ANNA* – Eles nasceram lá, não é? É a mesma coisa... Uma pessoa que nasceu no Nordeste, certo? Ela vive superbem lá, agora, se a gente for pra lá, a gente vai sofrer com esse calor. A gente vai ver a diferença, porque fomos criados aqui, neste ambiente. Quando você muda de ambiente, você sofre com isto, você leva um tempo para se adaptar.

*PROF.* – Sei. Leva um tempo para se adaptar, mas como isto ocorreria?

*ANNA* – Foi uma mudança muito brusca, não foi? Um calorzinho, um frio. Foi, “tipo”, mudando mesmo. A Terra era mar, aconteceu um monte de coisas, terremotos...Tinha muita coisa que estava mudando. Não só o calor e o frio, mas a folha, as águas, entendeu? Os animais, por exemplo, um andou e (outro) teve que aprender a sobreviver na água.

*PROF.* – Aprenderam a sobreviver, mas como assim? Por exemplo, inundou um lugar e aí um animal tinha que aprender a sobreviver na água. Quem aprendeu a sobreviver na água?

*ANNA* – Acho que todos eles nadavam.

*PROF.* – Nadavam?

*ANNA* – Começou a brotar até...

*PROF.* – Brotar... Você deve estar brincando?

*ANNA* – Tô brincando!

*PROF.* – Ah! Bom!

*ANNA* – Não sei explicar, mas eu acredito nisto.

*PROF.* – Mas o que seria esse “se adaptar?” Usa uma outra palavra que tenha o mesmo sentido para você.

*ANNA* – Mesmo sentido de adaptar.

*PROF.* – É! Mas não a palavra adaptar.

*ANNA* – É “tipo”, ele está, é o lugar dele, entendeu? Oh... Se você colocar o peixe na terra, ele vai morrer? Oh... É uma boa pergunta? É muito complicado isso!

Adaptação para Anna está relacionada ao ajustamento fisiológico que ocorre em um indivíduo. Os indivíduos perceberiam a necessidade de se transformar para se ajustar às modificações no meio. Dessa

maneira, a adaptação tem o sentido de acostumar-se. Os estudantes foram várias vezes questionadas sobre o mecanismo que tornaria os indivíduos ajustados ao meio, ou seja, para eles, adaptados. Não houve uma resposta sequer para essa questão; eles dizem que não sabem, estão se confundindo, ou “fogem” do assunto. Os alunos entrevistados pertencem ao segundo ano do Ensino Médio. É de estranhar que, após tantos anos de “aprendizagem”, eles respondam quaisquer problemas usando um modelo tão simplista e finalista.

### “Na teoria evolutiva... A gente não escolhe”

Durante as aulas, o objetivo da intervenção da professora/pesquisadora foi mostrar que adaptação biológica tem um significado diferente daquele usado na vida cotidiana. Neste caso, a adaptação é uma questão de escolha e vontade individual para ajustar-se a uma condição qualquer. Contudo, a adaptação biológica não tem essa conotação. Quando se diz que os organismos estão adaptados, não se quer dizer que eles ajustaram suas características por vontade própria; mas que, devido à presença de uma característica qualquer que os diferenciava de um outro grupo de indivíduos, houve sobrevivência de parte da população, porém não toda ela.

Os estudantes entendem, por exemplo, que o louva-a-deus esverdeado precisa viver nas folhas para sobreviver ou, então, que o animal precisa se adaptar para viver nos galhos marrons. O organismo precisa se acostumar, ou se adaptar. Essa idéia é muito diferente de dizer que um organismo está adaptado, ou seja, que possui uma característica distintiva a qual permite sua sobrevivência em determinado ambiente. No caso, o organismo não escolheu ter a característica, ela existe por acaso. Mas só sobrevivem os organismos que possuem essa característica.

Quando a professora/pesquisadora diz que o indivíduo não pode escolher a condição de “estar adaptado”, Nara refuta essa idéia:

#### TRECHO: AULA 3

*PROF.* – Ou você está adaptado ou não. Se você não estiver, você morre.

*NARA* – Mas você não pode mudar?

*PROF.* – Eu posso mudar? Eu preciso mudar para viver...

*NARA* – Não digo você querer... Mas não existe mudança?

*PROF.* – Como meu organismo tem conhecimento da necessidade de mudança?

*NARA* – Ele sabe que tem necessidade. Necessidade de alguma coisa...

*PROF.* – Será que ele sabe?

*NARA* – Quando entra um vírus no corpo, ele não sabe que tem a necessidade de anticorpos?

*PROF.* – Não. Eu já tenho anticorpos no meu corpo. Se entrar um vírus, ele vai ser morto. Quem não tinha anticorpos no corpo, o que aconteceu com ele? Morreu. Só sobreviveu quem tinha anticorpos. Eu não faço anticorpos porque entrou um vírus e eu tenho a necessidade de fazer. Eu já tenho os anticorpos.

*CIBELE* – Professora, não é assim: Entra um vírus que ativa os anticorpos?

No modelo explicativo de Nara a necessidade é motora da evolução. Essa idéia faz tanto sentido que Nara pergunta: o organismo não poderia se transformar devido à uma mudança no ambiente? Ela justifica sua idéia com um exemplo que lhe parece verdadeiro: “quando entra um vírus no seu corpo, ele não sabe que tem a necessidade de anticorpos?”.

Talvez essa “maneira de pensar” esteja de alguma maneira relacionada com uma “maneira de ensinar”. Quando o professor explica a resposta imunológica e tenta simplificar o problema para que o estudante entenda, muitas vezes ele usa um recurso dizendo que o organismo precisa fazer anticorpos para matar os vírus. Construindo simplificações desse tipo, ele está também construindo uma maneira de entender o conhecimento biológico e explicar diferentes fenômenos.

A intervenção didática que o professor utiliza constrói modelos de explicação deformantes. O estudante reproduz esse modo de explicar para distintos fenômenos biológicos: o organismo precisa então algo muda. Basta lembrar que Nara disse, em outro momento, que o corpo precisa de água e então o organismo busca água; isto vale para a alimentação; para a absorção de gases da atmosfera; para a resposta imunológica; enfim, para uma gama imensa de fenômenos.

Com esse tipo de “ensino deformante” o professor atinge um dos seus objetivos: o estudante adquire repertórios, fala de anticorpos e vírus. Mas a explicação, que deveria usar conceitos e relações consistentes com o pensamento científico, é praticamente pautada

em esquemas explicativos simplistas: “muda porque precisa; o organismo se acostuma”. Independente do contexto ou fenômeno, o estudante tende a usar o mesmo modelo de explicação; não refletindo sobre como aquele sistema em particular funcionaria.

Na *terceira aula*, cujo principal objetivo foi discutir o conceito de seleção e adaptação, é possível observar mais uma vez a intenção da professora/pesquisadora em distinguir os significados de adaptação.

### TRECHO: AULA 3

*PROF.* – Aqui a idéia de adaptação é a mais complicada. Complicada porque vocês entendem o sentido de adaptação como se acostumar a.

*CAROL* – Quando a gente falava “adaptado” (referência às pré-entrevistas), ela perguntava: “Mas o que é esse “adaptado”? Acostumar?”

*PROF.* – É o mesmo sentido de acostumar, você concorda comigo? As pessoas falam “se adaptar”, mas é como se fosse “acostumar”. Então, esse sentido de adaptar pode não significar que as brancas sobrevivem e as escuras morrem. Pode significar que elas se acostumaram a, elas quiseram mudar e mudaram. Vocês percebem os dois significados? Ai é que está o problema.

*CIBELE* – Ah, professora, é muito complicado...

*PROF.* – Cibeles, é complicado mesmo! Quero dizer: a idéia de evolução é diferente do dia-a-dia. E vamos ver se vocês percebem essa diferença. Eu vou ler o texto rapidamente. Quando ouvimos no dia-a-dia que um indivíduo se adaptou, entendemos que o indivíduo respondeu às condições ambientais, ajustando-se, ou seja, alterando sua forma, função ou comportamento. Por exemplo, quando a Carol disse que os índios se adaptaram, dá a entender que eles quiseram se modificar e se modificaram para se ajustar ao ambiente. Quando eu falo assim: Eu preciso me adaptar a andar de ônibus, significa que eu me ajustei, me “alterei” para andar de ônibus (Risos). Só que adaptação da Biologia não significa isto. A palavra adaptação que usamos no nosso cotidiano tem um significado muito diferente na teoria evolutiva. Nesta, quando os organismos se adaptam, entendemos que a composição da população se modificou. Lembremos do exemplo das mariposas para entendermos melhor essas idéias. Quando não havia poluição, a maioria da população das mariposas era composta por indivíduos claros. Houve, então, uma modificação no ambiente, os troncos se escureceram com a fuligem, e quais as mariposas que conseguiam sobreviver nesta nova situação?

*ALUNOS* – As escuras.

*PROF.* – Antes da fuligem, qual era a mariposa mais freqüente?

*ALUNOS* – As claras.

*PROF.* – E depois? Com o advento da fuligem?

*ALUNOS* – As escuras.

*PROF.* – Então, a composição da população mudou, não mudou? A composição inicial da população era: a maioria de mariposas claras. Depois de um tempo, a maioria passou a ser de escuras. As mariposas escuras foram se reproduzindo, aumentando de número e as claras foram morrendo devido à predação. A composição da população se modificou, pois era mais freqüente encontrar as mariposas claras quando não havia poluição, mas o novo ambiente fez com que aumentasse a freqüência das escuras, que passaram a formar a maioria da população. Dizemos que as mariposas se adaptam ao novo ambiente. Isto não significa que cada mariposa quis se tornar escura e, num passe de mágica, tenham se transformado. A população de mariposas claras não se transformou em escura para se adaptar, como normalmente as pessoas entendem. Elas não disseram assim: “Vou me tornar escura para me adaptar”. E mudou a informação genética delas... O corpo delas quis mudar, precisava mudar e mudou? Não! Não tem jeito. Se fosse assim eu poderia dizer: “Eu não quero esse barrigão e ele sumiria”. Ou senão: “Eu quero meu olho azul, eu quero ser linda”. Esses pedidos não provocam nenhuma modificação. E por quê com as mariposas seria diferente?... Vamos continuar a leitura? Já havia um pequeno número de mariposas escuras antes do advento da poluição. Com o tempo, as mariposas claras foram morrendo e as escuras foram se reproduzindo.

*CIBELE* – E se não existisse a mariposa escura? Iriam acabar as mariposas, não iriam mais existir?

*PROF.* – Essa espécie de mariposa não, iria se extinguir. Vamos ler a pergunta: Quais as diferenças que você consegue perceber entre a definição de adaptação dentro da teoria evolutiva e aquela usada pelas pessoas no cotidiano?

*ANNA* – É que no cotidiano, eu me adapto se eu quiser... Se eu quiser mudar a cor do meu olho, depende de mim... Agora...

*CIBELE* – Na teoria evolutiva, a gente não escolhe...

*ANNA* – É... Ou nasce adaptado ou não é adaptado.

*CIBELE* – Morre

*ANNA* – Ou morre.

Entender adaptação como consequência do acaso em contraposição à idéia de escolha consciente talvez seja o maior desafio relacionado ao ensino desse conceito. Além disso, é fundamental distinguir a adaptação fisiológica e a adaptação evolutiva. A primeira trata das modificações que ocorrem no

organismo de um indivíduo em resposta às mudanças do meio. A adaptação evolutiva está relacionada à modificação da composição de uma população, ou seja, o processo por meio do qual algumas características e genes se fixam em populações, devido a diferentes mecanismos: seleção natural, efeito do fundador, endogamia etc.

### MUTAÇÃO E VARIABILIDADE

As idéias dos estudantes sobre mutação não foram investigadas durante as pré-entrevistas. Somente Anna faz uma citação, mas não explica o significado desse conceito. Embora os estudantes tenham sido questionados várias vezes, eles não explicaram como uma nova característica pode surgir em uma população e como ela seria herdada.

Durante a *segunda aula*, o objetivo foi apresentar o conceito de mutação como modificações nos genes que afetariam as características dos organismos, ou seja, a mutação é um dos fatores que gera variabilidade. Não foi tratado o conceito de recombinação genética, pois o propósito era aproximar os estudantes de uma idéia que pudesse explicar como as características novas surgem em uma população.

Essa decisão durante a seleção de conteúdos a serem ensinados é uma simplificação por omissão de informação, pois o conceito de recombinação genética não é estudado. Porém, não é “deformante” porque, na apresentação do conceito de mutação, a professora/pesquisadora considerou importante que na atividade didática fossem mostradas diferentes idéias e hipóteses, questões levantadas por pesquisadores, montagens experimentais, explicações e conclusões. Aspectos relevantes para que o estudante compreendesse como se produz o conhecimento científico. Seria deformante se a professora, querendo explicar a mutação falasse, por exemplo, que um “organismo precisa de uma mutação para se adaptar”. Essa “forma de narrar” é inadequada, pois ela favorece a conservação do modelo explicativo do estudante.

O mais interessante na discussão sobre mutação em sala de aula foi a retomada de outros conceitos que os estudantes estavam aprendendo no curso regular. Muitas questões novas e desafiantes foram expostas: Toda mutação causa câncer? Pode ocorrer mutação após o nascimento? A mutação não passa da pele para o óvulo? Por que a mutação ocorre? No trecho aparecem as dúvidas dos estudantes em relação à ocorrência de mutações.

#### TRECHO: AULA 3

*PROF.* – Vamos supor o seguinte: você ficou olhando muito para o sol, aí ocorreu uma mutação no seu olho. Seu filho nasce com esta mutação ou não?

*DOUGLAS* – Não. Por que...

*PROF.* – Porque a mutação não ocorreu no seu espermatozóide. Agora vamos supor que você vá para uma guerra nuclear.

*DOUGLAS* – Aí sim.

*PROF.* – Neste caso pode ocorrer uma mutação lá no seu espermatozóide.

*CIBELE* – Com você não aconteceu nada. Mas seus descendentes vão ter mutação. Pode ocorrer mutação depois de nascer?

*NARA* – Mas aí não ocorre mudança no filho...

*PROF.* – Na verdade, estão ocorrendo mutações no nosso corpo a todo momento. Quando a gente come muitos enlatados, toma sol, ingere muitas substâncias que podem ser cancerígenas. O câncer pode ser causado por uma mutação. A substância provoca uma mutação em uma célula, por exemplo, do estômago. As células começam a se reproduzir sem controle, isto é o câncer. Quando você vai para a praia e passa horas se bronzeando para ficar linda e maravilhosa, estão ocorrendo mutações nas células da sua pele que podem levar ou não a um câncer.

*CIBELE* – Toda mutação causa câncer?

*PROF.* – Não. Se causar, você logo vai saber... Então, ocorrem mutações no nosso corpo, mas não as percebemos, por quê?

*CIBELE* – Porque não está causando câncer.

*PROF.* – Será que é somente esta a resposta?

*NARA* – Porque não tem informação.

*PROF.* – Está ocorrendo mutação na minha pele, mas por que estas mutações não passam para o meu filho?

*CIBELE* – Porque a informação que você passa para o filho está no óvulo.

*PROF.* – Já não esta preparada aqui (mostra com as mãos a região do ovário)?

*ALUNOS* – Está.

*CIBELE* – Não passa (a mutação)... Da pele para o óvulo?

*PROF.* – Não. Está na pele e não passa para os óvulos. Os óvulos já estão preparados. Enquanto ocorrer mutação no corpo, nas células da pele, do olho... Está tudo bem. Quando ocorrer uma mutação no óvulo, então o filho pode ter um defeito.

*LINI* – Então, se cortar meu braço, meu filho vai nascer com defeito?

*NARA* – Mas por que a mutação ocorre?

*PROF.* – Você não tem 400.000 óvulos e o homem não produz mais de um bilhão de espermatozoides? Será que não pode ocorrer um erro?

**CIBELE** – Tudo vai ser certinho?

**NARA** – Mas aí a mutação ocorre no DNA, não no cromossomo. Mas, professora, como vai ocorrer um erro no DNA? Você não disse que sempre liga C com G e A com T (referência às bases nitrogenadas que compõem a molécula de DNA, que são a citosina, timina, adenina e guanina)? Como não liga?

Elaborada a idéia de variabilidade dentro de uma espécie e definido o que é espécie, é importante pensar em atividades que possam discutir como essa variabilidade pode surgir em uma população. Quais são os mecanismos que podem ampliar a diversidade? Falar em mutação em um primeiro momento, entendendo-a como a fonte de variabilidade, e posteriormente apresentar outros mecanismos, como o de recombinação gênica, pode ser uma estratégia para ensinar evolução.

Apresentar um modelo menos complexo conceitualmente em determinado ano da escolaridade e retomar esse modelo, em outros anos, buscando ampliar a rede de significados dos conceitos, introduzindo conceitos novos pode ser uma maneira de organizar o currículo.

### A CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA

A Ciência não é compreendida pelos estudantes como produção de conhecimento público, ou seja, como conjuntos de explicações compartilhadas por uma comunidade que são revistos continuamente. O conhecimento científico, para os estudantes, parece algo tão verdadeiro e sólido que não é passível de transformações no tempo. Teoria, por exemplo, para Anna, é uma hipótese abstrata, na qual não se deve acreditar. Ao passo que, para a comunidade científica, teoria é um conjunto de explicações, pautado em evidências e experimentos, que descreve grande número de fatos.

O conhecimento científico para os estudantes tem o “status” de “verdade comprovada”, conhecimento lógico, sobre o qual não impera dúvidas. Para Nara, por exemplo, quanto mais uma pessoa conhece as explicações científicas, menos ela acreditará nas crenças religiosas.

Nesse sentido, é interessante observar quais argumentos os estudantes utilizam para distinguir o conhecimento científico do religioso. Eles dizem que o científico tem de ter “provas”, ou “é algo

provado”. Eles associaram a religião a um conto, ou uma lenda, sobre como se originou o mundo contada de uma maneira inteligível para a maior parte das pessoas.

Mesmo fazendo essas referências, os estudantes não acreditam na teoria evolutiva porque ela não explica algumas observações fundamentais: “como tudo pode ser tão perfeito?”. Como surgiu o primeiro ser? Como uma pessoa tão perfeita pode se desenvolver de um espermatozóide e óvulos minúsculos? Uma pessoa que ouve, vê e pensa?

A Ciência não explica essa perfeição. Logo, os estudantes assumem que “tem de ter alguém que criou tudo isto”. Eles dizem que se deve aceitar as explicações científicas sobre a evolução dos seres, mas somente a religião explicaria a origem do universo e a perfeição encontrada nos seres vivos.

### TRECHO: AULA 4

**ANNA** – Ah! Mas como é que o óvulo e o espermatozóide, desse tamanho, pode dar um ser humano? Como faz? Mas como é que pode? A Ciência explica muitas coisas, mas não explica como surgiu o primeiro! Como as coisas podem ser tão perfeitas?

**NARA** – É aquele problema. Quem nasceu primeiro? O ovo ou a galinha? Entendeu?

**PROF.** – Como esse ovo surgiu? Daria para mostrar que os ovos surgiram antes das aves. Basta verificar o registro fóssil. Os peixes surgiram antes das aves e eles já botavam ovos. Logo, o ovo surgiu primeiro...

**NARA** – Não. Mas como surgiu o primeiro peixe? A primeira ave? O primeiro... A primeira coisa? Entendeu? O que a gente tá querendo dizer é o seguinte: Tem de ter alguma coisa para fazer isto tudo acontecer!

**PROF.** – Se existe ou não essa coisa. A Ciência não pode responder isto. O que eu estou querendo dizer é o seguinte: existe uma teoria, que é a teoria evolutiva. Pessoas iguais a nós, que estavam pensando em algumas coisas. Quando a pessoa tenta explicar algo, cria uma hipótese. Existem evidências para a gente acreditar que as coisas funcionam desse jeito, ou seja, como a teoria evolutiva propõe. Mas existem muitas dúvidas ainda. Só que esta teoria é muito mais recente que o conhecimento religioso, pois ela está sendo pensada há duzentos anos e o conhecimento religioso tem, pelo menos, cinco mil anos, se considerarmos o calendário judaico.

**ANNA** – Então, os judeus não acreditam em Jesus Cristo. Então, como você vai acreditar? Acredita quem quer na religião?

*PROF.* – Mas, na teoria evolutiva não acredita quem quer. Existe uma série de evidências que não pode ser desconsiderada. Quero dizer, a teoria que você tem é esta. Ela está sendo aceita, até alguém propor alguma coisa melhor. Então, não existe isto de dizer: “Ou você acredita em Deus ou na evolução”.

*ANNA* – Então?

*PROF.* – Então, existe o mundo natural, que a gente vê, toca, e existe o sobrenatural. Na Ciência, a gente só trabalha com o campo natural. Eu particularmente aceito a teoria evolutiva, pois eu não tenho outra melhor. Ela dá suporte para muitas idéias. Mas eu acredito em Deus, ou não, essas coisas podem coexistir.

*CIBELE* – Então, professora, eu acredito na Ciência até um ponto, e depois eu acredito na religião.

*PROF.* – Não! Não! Não é uma continuidade! Não é eu acredito até aqui! Uma trabalha com o natural, a outra é completamente diferente!

*CIBELE* – Mas têm coisas que a ciência não tem explicação?

*PROF.* – Talvez ainda tenha. A religião tem muito mais de cinco mil anos, tem uma tradição muito maior que a Ciência, que praticamente vem criando conhecimento há duzentos anos.

*NARA* – Não, então, quando a gente diz que acredita até certo ponto na Ciência e depois na religião. Se for assim, se a Ciência conseguiu explicar um monte de coisas em duzentos anos, talvez, com mais duzentos anos, ela consiga explicar tudo.

*PROF.* – Eu particularmente acho que a Ciência não vai conseguir explicar tudo. Nossas explicações têm um limite no mundo natural. Quando se ultrapassa esse limite, parece que não se consegue mais explicações. Como a Anna perguntou: “Mas quem foi o primeiro? Quem foi o primeiro ser vivo?”. Para responder isso, dá para gente pensar e propor idéias. Nunca vai dar para eu chegar aqui e dizer: “Com certeza o primeiro ser não foi um procarionte com tais características. Nunca será possível mostrar, olha, este aqui é o primeiro ser vivo”.

*CIBELE* – Então, mas se eu descobrir isto. Tudo bem. Descobriu. Ai, eles (os cientistas) vão perguntar: “Como surgiu a Terra?”. Se descobrirem como surgiu o primeiro ser, vão querer descobrir como surgiu a Terra. E se descobrir como surgiu a Terra, vão querer saber de onde surgiu “de onde surgiu a Terra”. Como surgiu o Universo? O “cara” vai querer saber tudo também!

*PROF.* – Você não pode se negar essa pergunta. Você não pode negar o direito de querer saber, de pensar em alguma coisa, alguma explicação que possa ser razoável para nós. Porque, há alguns anos, as pessoas achavam que o mundo tinha sido criado por Deus. E ninguém tinha uma explicação para o porquê das pessoas serem tão diferentes umas das outras. Ninguém tinha uma explicação para a existência de fósseis. Surgiu a dúvida, quando se começou a ver a diversidade de seres e de fósseis.

As pessoas passaram a se perguntar: “Mas será que o Criador pensou em tantas formas de vida diferentes?”.

*CIBELE* – Porque se ele criou tudo certinho, por quê aparecem doenças que nunca existiram?

*PROF.* – É, esta é outra pergunta possível. Então quer dizer, se eu não questionar os valores existentes, eu nunca vou chegar a uma resposta, por exemplo, para a origem do universo. Agora, o que você não pode negar é a pergunta, e a tentativa de se encontrar uma resposta. E eu falo para vocês o seguinte: Eu conheço gente que aceita a teoria evolutiva e é judeu praticante ou até mesmo espírita! Aliás, uma grande parte dos cientistas do mundo são judeus. Então é como a Anna falou. Eu tenho a necessidade de algumas respostas. E nem por isto a gente não vai tentar encontrar respostas... Eu estou confundindo vocês?

*NARA* – Até aí, eu entendi. Mas, então, a gente acredita na Ciência ou na religião? (Risos)

*PROF.* – Eu vou abrir um buraco na cabeça de vocês e colocar à força: Pá! Pá! Pá! (Risos). Então, esse texto que vocês receberam para ler em casa. A idéia dele é contar a história de como surgiram as idéias sobre evolução. Até 1850, as pessoas tinham uma idéia muito fixista. Achavam que o mundo nunca havia mudado, sempre foi como é hoje. Não pensavam na possibilidade de modificação. Esta idéia só foi surgir, praticamente, escrita em um livro, em 1856, com *A origem das espécies*. Existe esse livro, escrito pelo Darwin, até hoje, pode ser comprado em qualquer livraria.

Vários trabalhos oferecem análises das concepções de Ciência de diferentes segmentos da comunidade escolar: estudantes, professores, instituições (JIMENEZ ALEIXANDRE, 1998; PORLÁN ARIZA ET AL., 1998; RYDER ET AL., 1999; POMEROY, 1993; entre outros.) A concepção de Ciência dos estudantes descrita neste trabalho sinaliza a importância de se compartilhar, durante o ensino de qualquer conteúdo da área, de momentos nos quais os estudantes possam compreender o que é Ciência e como se produz conhecimento científico. Talvez esse, aliás, deva ser o grande eixo organizador do currículo de Ciências.

Uma sugestão didática seria oferecer aos estudantes situações nas quais eles simulassem a produção de conhecimento científico: desde a escolha de tema e problema de investigação até o processo de comunicação do conhecimento “descoberto”. Esses trabalhos, os *projetos de investigação*, podem se valer de diferentes estratégias metodológicas: entrevistas, coleta e observação, medições, entre

outros. A análise dos resultados deve ser rigorosa e o estudante deve construir hipóteses para explicar os resultados obtidos e elaborar argumentos, comparando-os ao que já é conhecido sobre o assunto. Uma outra importante atividade é escrever uma comunicação, na forma de um relatório ou um artigo. Aliás, a comunicação do conhecimento gerado é imprescindível, pois é uma das etapas mais importantes da construção do conhecimento científico. Também é fundamental que o professor ofereça textos de leitura que descrevam pesquisas reais.

A construção de uma concepção de Ciência está estritamente relacionada à maneira como se ensina, ou como se explica algo. É inadmissível explicar os fenômenos usando interpretações finalistas e simplistas como, por exemplo: “o corpo precisa, então algo acontece”; “o animal se adaptou naquela região, com o sentido de se ajustou, porque precisava...”; “houve uma modificação qualquer, porque precisava”; “este tecido ou órgão serve para...”. As distorções estão no modo de explicar o fenômeno. É preferível a omissão da explicação ao uso de uma figurada que não contribui. É recomendável também o uso de exemplos que se reportem às pesquisas reais para construção de modelos e entendimento de como se “faz Ciência”.

### PÓS-ENTREVISTAS

Em seguida serão comentados os trechos mais significativos das pós-entrevistas, as quais foram realizadas com Anna, Priscila e Eliane, buscando responder a seguinte pergunta: quais foram as modificações nos modelos explicativos dos estudantes que puderam ser observadas nas pós-entrevistas? Havia algumas possibilidades de distintos graus de mudança.

Após o período de aprendizagem, o estudante poderia:

- 1) Acomodar a explicação científica na sua rede conceitual, substituindo completamente as idéias prévias.
- 2) Assimilar parcialmente o modelo científico, assim eles poderiam reproduzir as falas do professor, assumindo o discurso científico. Porém, não o usariam em novas situações ou no cotidiano.
- 3) Assimilar de maneira distorcida a concepção científica.
- 4) Conservar os modelos prévios.

A realização das pós-entrevistas se mostrou particularmente difícil, pois a ela estava atrelada a concepção de avaliação compartilhada pelos estudantes. Olhando para a professora e respondendo a ela, inevitavelmente o estudante interpreta esse momento como se fosse uma “prova”. Quanto mais conhecimento e palavras parecidas com aquelas mencionadas pela professora/pesquisadora durante o transcorrer do “mini-curso” o estudante conseguisse proferir, melhor seria considerado o seu desempenho. Como avaliar se houve modificação significativa nos modelos explicativos dos estudantes? Quais os problemas que poderiam ser considerados “novos” para eles?

A professora/pesquisadora buscou avaliar se o estudante conseguia identificar e comunicar as mudanças ocorridas na sua maneira de compreender a evolução. Além disso, ela perguntou explicitamente o que o estudante entendia por adaptação, seleção natural, e novamente utilizou a questão da resistência aos antibióticos. No trecho selecionado abaixo, Anna responde essas perguntas.

#### TRECHO: PÓS-ENTREVISTA/ANNA

*PROF.* – Eu gostaria que você falasse o que você lembra do curso. A gente fez a primeira entrevista e eu gostaria que você falasse como pensava e se modificaram as duas idéias.

*ANNA* – Com certeza mudou. Eu tinha a idéia que não era uma coisa assim... Evolução... Que era genético. Eu sabia que se cortasse o meu braço, meu filho não iria nascer sem braço. Mas para mim, era assim: o organismo se modificava ao longo do tempo. Não era... Um erro. Nascia assim, para mim, era como o caso da girafa.

*PROF.* – Era como se o organismo tivesse consciência da necessidade da modificação?

*ANNA* – É... Precisava da modificação para viver melhor. Mas, na verdade, é um erro genético.

*PROF.* – Lembra, Anna. Você achava que a girafa esticava o pescoço até ficar comprido. Mas você sabia que não deveria ser assim, pois se você esticasse o braço... Não cresceria...

*ANNA* – É. Como pode ser isto? Eu sabia que no caso humano não tinha nada a ver, nada a ver essa história.

*PROF.* – Mas porque você achava que era assim?

*ANNA* – Eu sabia que tinha duas explicações. Mas, sei lá... Agora não dá nem para justificar o que eu pensava, porque eu acho tão ridículo o que eu pensava!

*PROF.* – E agora, como você entende evolução, Anna?

*ANNA* – Agora nasce. É, “tipo”, uma seleção natural. O organismo que está adaptado ao ambiente, já nasceu daquele jeito. Então ele sobrevive melhor.

*PROF.* – Como explicaria o fato das chitas, que são grandes felinos que vivem na África, correrem 60 milhas por hora, sendo que elas descendem de outros animais que corriam somente 20 milhas por hora?

*ANNA* – Eu acho que elas próprias foram mudando... Ah! Depende de um correr mais.

*PROF.* – Não, Anna. Você tem um limite para isto.

*ANNA* – Uma onça deve ter nascido com perna maior, corria mais. Ela sobreviveu, porque era melhor do que as outras. Aí ela teve mais filhos de pernas compridas, que sobreviveram mais e as de pernas curtas foram morrendo.

*PROF.* – Como você explicaria a infecção hospitalar? Cada vez mais, existem mais bactérias resistentes aos antibióticos. Como você explicaria isso?

*ANNA* – Eu tenho duas explicações. Uma igual a da onça: havia bactérias mais fracas e mais fortes e estas sobreviveram melhor. Ou o organismo vai se acostumar ao antibiótico e ele não faz mais efeito.

*PROF.* – Mas o que seria esse acostumar?

*ANNA* – É isto: as bactérias vão criando... Gostando...

*PROF.* – O que seria esse acostumar. Você tem algum conhecimento de Biologia... O que seria esse acostumar?

*ANNA* – E eu acho que é isto. As bactérias sofrem alguma mutação, e cada vez mais, vai se criando bactérias mais resistentes. Igual nos animais, quando um animal sofre uma mutação, que melhora (a sobrevivência dele) no ambiente, então ele vai viver melhor do que os outros e os supera. Com as bactérias acontece a mesma coisa, as bactérias que são mais fortes aos antibióticos, elas vão superar as outras.

Anna reconhece que suas idéias mudaram, especialmente quando diz respeito à questão da herança de características adquiridas. Ela utiliza algumas idéias mais próximas do discurso científico, quando afirma que existiriam seres diferentes uns dos outros e a seleção atuaria sobre os organismos com algumas características. É interessante quando ela resume o que pensa sobre evolução: “é genético”; “(para mim evolução) não era... um erro”; “o organismo que está adaptado ao ambiente já nasceu daquele jeito”. Idéias novas que foram introduzidas na rede conceitual da estudante.

Entretanto, ela ainda conserva parte de seus modelos, como pode ser observado quando ela afirmou que existiriam duas explicações para o problema da resistência aos antibióticos. Além disso, também se conservou a idéia de que para sobreviver o indivíduo tem de ser melhor do que os outros. Se uma população sobreviveu, isto significa que ela já possuía uma característica que a diferenciava de outras. Mas, para a aluna, os organismos sobreviveram porque eram melhores; ou sobreviveram melhor. Nesta idéia está agregado juízo de valor. Essa interpretação também está presente nas falas de Eliane:

#### TRECHO: PÓS-ENTREVISTA/ELIANE

*ELIANE* – Eu pensava em evolução relacionando com religião. Eu pensei que (o curso) fosse falar de macaco; que a gente veio do macaco. Eu pensava que Deus tinha feito as espécies diferentes e eu nunca pensei que pudesse ter ocorrido uma mutação; e ter se transformado; e ter vindo uma espécie e depois outra, e outra. Depois eu pensei em como Deus pode ter colocado tanta coisa diferente no mundo de uma vez. Tem seres que não são completamente diferentes, só pequenas coisas, como as aves. Tem vários tipos entre eles. Aquele negócio de adaptação, também foi disso de entender. Adaptação não é que ele se acostumou com o ambiente, porque é essa idéia que a gente tem. A gente pensa que ele se acostumou e conseguiu sobreviver. Eu lembro das mariposas.

*PROF.* – Mas qual a idéia de evolução que você tem agora?

*ELIANE* – Tem um casal e se cruza, e nasce um ser que pode ter alguma mudança. Esse indivíduo nasceu diferente em alguma coisa. Aí, ele se reproduz com outro ser, outro ser da mesma espécie. A mutação ocorre nos órgãos reprodutores e passa para o filho, que pode ter outra modificação e aí foi se reproduzindo, e foram ocorrendo modificações até o último – quero dizer até agora. Aí, foi modificando até que esse último ser não reconhece o primeiro lá para reproduzir, aí formou uma outra espécie. Na apostila, está dizendo que evolução é a modificação ao longo do tempo.

*PROF.* – Essa era a sua idéia sobre evolução?

*ELIANE* – Eu pensava assim: o macaco vivia lá de quatro, como um cachorro. Aí ele percebeu que ficando em pé era mais fácil para pegar alguma coisa, para andar era melhor. Ele foi se acostumando, porque era melhor para ele. Foi se acostumando, porque era uma necessidade dele e aí ele precisava se modificar. E foi evoluindo, foi passando para melhor.

*PROF.* – Como você explica isto agora?

**ELIANE** – O macaco tinha cruzado com a mulher dele, e nasceu um menino mais erguido, que conseguiu sobreviver melhor. Ai, o macaco teve outros filhos que foram sobrevivendo melhor. Os predadores não conseguiam pegar eles e foram se reproduzindo. Então, foram acabando os outros e ficando esses.

*PROF.* – Houve uma escolha? Eles escolheram ficar mais erguidos?

**ELIANE** – Foi o ambiente, uma coisa da natureza. Uma imposição: ou vai ser assim ou morre. Não foram eles que escolheram...

*PROF.* – Você acha isto possível agora, que o homem não tenha sido sempre desse jeito como é hoje?

**ELIANE** – Agora eu acho que sim. Eu pensava assim: se a gente veio do macaco, iria continuar tendo um macaco que iria produzindo seres humanos. Olha a idéia! Se fosse assim, até hoje iria ter macaco virando gente.

*PROF.* – Como você justificaria que não tenha isto hoje?

**ELIANE** – Porque, como nós vivemos melhor; os outros foram extintos e prevaleceu a nossa espécie

*PROF.* – E os macacos que existem hoje?

**ELIANE** – É mesmo, não tinha pensado nisto.

*PROF.* – Você acha que a gente já foi um desses macacos que existem hoje? Ou você acha que os macacos e a nossa espécie são modificações de um macaco que não existe mais.

**ELIANE** – Eu acho que são modificações. Pode ser também de outros animais, que nem os dinossauros. Pode ser que os formadores dos macacos não existem mais, podem estar extintos.

*PROF.* – E a seleção, o que você lembra?

**ELIANE** – O ambiente seleciona os indivíduos, mas não por escolha. A coisa vai acontecendo naturalmente. Como no caso dos louva-a-deus: o verde vivia melhor nas folhas, mas se fosse viver nos troncos iria ser predado. Não foi assim, alguém disse para ele: vem viver nas folhas que você sobrevive... Foi uma coisa mais natural

*PROF.* – Ao acaso.

**ELIANE** – É, ao acaso.

*PROF.* – E a idéia de acostumar? Adaptação?

**ELIANE** – A palavra adaptação lembra acostumar. Tipo assim, a gente fala que o louva-a-deus se adaptou, se acostumou. A gente tem que ficar batendo na tecla que não é isto: adaptação não é acostumar.

*PROF.* – Mas o que seria?

**ELIANE** – É o mais complicado... Ah, eu não sei. O louva-a-deus... As mariposas brancas...

*PROF.* – Você acha que o organismo se adapta ou já nasce adaptado?

**ELIANE** – É isso. Não é que ela vai se modificando; ele nasce naquela condição. Eu nasci verde e não vou me transformar em azul. Eu vou viver melhor no lugar onde os verdes vivem melhor. Eu nasci em um lugar azul eu não vou me transformar em azul para me adaptar. Eu vou continuar verde.

Novamente as falas reportam a origem do homem. A estudante se questionava sobre porque os macacos não se transformam em homens se “a gente veio do macaco”. A explicação usada, no entanto, revela novamente o modelo prévio do estudante: “nós vivemos melhor, os outros foram extintos e prevaleceu nossa espécie”. Isto significa que a estudante ainda entende evolução como a sobrevivência de seres melhores do que outros: “o louva-a-deus verde vivia melhor nas folhas”. Ela reconhece que o conceito de adaptação pode ter distintos significados; mas para isto, como diz a estudante, “tem de ficar batendo na tecla”, ou seja, repetindo infinitas vezes como que para “agradar a professora” que insistiu muito nessas distinções.

A pós-entrevista com Priscila exemplifica a utilização de modelos prévios para explicar novos problemas com o uso do repertório aprendido. É como se a rede conceitual da estudante tivesse sido remontada, com as idéias “novas” coladas em uma estrutura antiga. No caso da explicação sobre o problema das bactérias, Priscila mantém seus modelos praticamente intactos. Os estudantes que não interagiram com a professora e com o grupo parecem não ter mudado seus modelos “tanto quanto” os que participaram ativamente das discussões e reflexões.

#### TRECHO: PÓS-ENTREVISTA/PRISCILA

*PROF.* – O que seria a evolução biológica?

**PRISCILA** – É a mudança de espécie ao longo do tempo.

*PROF.* – E a evolução do dia-a-dia?

**PRISCILA** – Ela, a pessoa, evolui, melhora em algum sentido. Eu não imaginava que através de um bichinho, de um animal, que iria fazer outra espécie. Eu não tinha essa idéia.

*PROF.* – E você tinha qual idéia?

**PRISCILA** – É, eu não tinha... Eu não tinha a idéia que ocorria mutação e ia mudando tanto que originava outra espécie. Eu não sabia.

*PROF.* – Mas você sabe que isto é uma idéia. Porque o problema é explicar a quantidade de diferentes espécies que existem no

mundo. Você já tinha pensado nisto? Quero dizer: você já notou que existe um bando de plantas e a grande variedade de animais existentes? Como surgiram todas esses seres?

**PRISCILA** – Primeiro eu pensava que Deus tivesse feito todos os seres. Mas depois, a gente pensa: como Deus pode ter feito tudo isto. Deus deve ter feito um princípio e depois deve ter surgido toda variedade.

*PROF.* – Mas como?

**PRISCILA** – Alguma coisa deveria acontecer para diversificar... Aí eu comecei a ver que a mudança no ser, no indivíduo. Aí... Cria uma nova espécie. Nessa nova espécie, um deles (dos indivíduos) sofre uma diferença, vai mudando... Todos... Até chegar ao que tem hoje. Na minha chácara já tinha visto que algo como foi discutido na aula: indivíduos claros eram predados mais facilmente em locais escuros e indivíduos escuros em locais claros.

*PROF.* – E qual o sentido de adaptar?

**PRISCILA** – Não é o de acostumar, não é? Essa idéia de que a pessoa muda alguma coisa nela para se adaptar... Mas o bichinho não vai dizer: eu vou mudar de cor... É impossível. É o ambiente e a composição do animal. Se o animal é verde... Deve se adaptar... Vai viver mais tempo na grama... Se ele é marrom, ele vai sobreviver, vai ser mais difícil de ser predado nos troncos e nos galhos.

*PROF.* – E a idéia de seleção natural?

**PRISCILA** – E que o próprio ambiente seleciona os indivíduos, porque o louva-a-deus marrom, se ele ficar no tronco, e tem um passarinho... E vai perceber... Vai viver mais tempo. A natureza seleciona os indivíduos de acordo com as características deles.

*PROF.* – Você disse que adaptação não é acostumar, mas o que seria?

**PRISCILA** – Vou dar um exemplo. O indivíduo, ele não vai se adaptar. É o ambiente em que ele vive que vai ser melhor ou pior para ele.

*PROF.* – Como você explicaria o fato das chitas, grandes animais felinos que vivem na África correrem 60 milhas por hora, sendo que elas descendem de outros animais que corriam somente 20 milhas por hora?

**PRISCILA** – Antigamente, as chitas corriam menos, aí eles eram facilmente predados. Existiam as que corriam mais. E foi nascendo mais da espécie deles, foi se multiplicando. Aquele que corria menos, ia diminuindo porque os predadores pegavam eles.

*PROF.* – Você já ouviu falar em infecção hospitalar, em bactérias resistentes, você acha que isto tem haver com evolução? Antigamente não havia bactéria resistente... Quero dizer... Não se usava antibiótico. Nestes últimos anos se utiliza cada vez mais antibióticos.

**PRISCILA** – Eu já ouvi falar que, quando a gente usa muito tempo um remédio, ele não faz mais efeito. Das bactérias. Com o passar do tempo, a bactéria vai criando resistência, ela cria alguma resistência que tira a utilidade do remédio. A bactéria cria algum anticorpo, no organismo, vai criando algum anticorpo.

Não se tinha a pretensão de que os estudantes mudassem completamente suas idéias durante o “mini-curso”. Na verdade, ele simula cursos curriculares nos quais são destinadas aproximadamente oito aulas de cinquenta minutos cada para tratar desse tema. A exposição das idéias evolutivas ocorre tradicionalmente no último bimestre de um curso regular do Ensino Médio, quando se pretende unificar todos os conteúdos da Biologia. Ora, se esses estudantes que realizaram o “mini-curso” tivessem sido submetidos a um exame, certamente seria apontado que eles não aprenderam ou aprenderam parcialmente os conteúdos trabalhados.

Se as aulas tivessem oferecido uma gama maior de conceitos, como normalmente apresentado pelos livros didáticos (mecanismos genéticos de recombinação, teorema de Hardy-Weinberg, mecanismos de especiação e modificadores de frequência gênica), como os estudantes os compreenderiam?

Considerando os resultados mostrados até o momento, é possível imaginar que os estudantes usassem os novos conceitos com a rede de significados dos seus próprios modelos explicativos, ou seja, as idéias cotidianas tenderiam a se conservar.