

Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética

Ana Luiza Bittencourt Paiva -Licenciatura Ciências Biológicas - UFMG

Carmen Maria De Caro Martins - Colégio Técnico da UFMG - (carmen@coltec.ufmg.br)

RESUMO

As investigações em Ensino de Ciências têm mostrado a importância das concepções dos alunos no processo de ensino/aprendizagem. O objetivo desse trabalho foi analisar as idéias e conceitos prévios de estudantes de ensino médio, sobre alguns temas na área da genética. A pesquisa foi realizada com estudantes do terceiro ano de uma escola técnica federal, através de um questionário respondido pelos alunos. A partir da análise realizada verificou-se que embora muitos alunos já tivessem um bom conhecimento dos temas pesquisados, alguns ainda apresentavam várias concepções errôneas sob o ponto de vista científico. Assim, é importante que o professor desenvolva estratégias de ensino que identifiquem as idéias dos estudantes, para que eles possam reformulá-las, quando necessário.

Palavras chave: “ensino de ciências”, “concepções prévias”, genética.

Introdução

Os surpreendentes avanços da genética e a necessidade crescente de tomadas de decisões em ações relacionadas aos mesmos, colocam o ensino de genética em uma posição de destaque, com importantes implicações nas questões sociais e éticas (MELLO *et al*, 2000). Atualmente, a influência dos meios de comunicação na popularização da ciência é incontestável, e a mídia contemporânea vem dando grande ênfase a assuntos ligados a genética molecular e suas várias implicações (biologia reprodutiva, melhoramento genético com base em bioengenharia, transgênicos, clonagem de animais, teste de paternidade, sequenciamento de genomas, etc). No entanto, cabe observar uma tendência, de jornais e revistas, a apresentar superficialmente informações técnico-científicas, com ênfase nos fatos e acontecimentos de interesse conjuntural, sem compromisso com orientações educativas. Ante essas informações, o cidadão, para tomar decisões e, até mesmo, para compreendê-las, depende de uma base sólida de conhecimento, que pode e deve ser oferecida pela escola (JUSTINA *et al*, 2000).

As investigações em Ensino de Ciências têm revelado a importância das concepções dos alunos no processo de ensino/aprendizagem. Há evidências que durante esse processo, um conceito já existente, ainda que falso em um plano científico, serve de sistema explicativo eficaz e funcional para o estudante (ASTOLFI e DEVELAY, 1990 apud REBELLO, 2000). Assim, a aprendizagem significativa somente ocorre quando novos significados são adquiridos, através de um processo de interação de novas idéias com conceitos relevantes já existentes na sua estrutura cognitiva.

Comparado a outros tópicos na área de Biologia, há uma considerável literatura sobre pesquisas de ensino e aprendizagem na área de Genética e Hereditariedade. Mais recentemente, houve um grande aumento de estudos a respeito do entendimento dos estudantes sobre as estruturas, processos e mecanismos de herança e sua implicação para o ensino. Cada vez mais, o foco dessas pesquisas é em como a compreensão do estudante pode ser usada para o desenvolvimento de um ensino que leva a uma mudança conceitual. Isso levanta a questão sobre o que poderia significar “mudança conceitual” no contexto de genética e hereditariedade. Usando uma organização multidimensional de “mudança conceitual”, Venville e Tregust (1998) sugerem, por exemplo, que o aprendizado sobre o

conceito de gene é um processo evolucionário de assimilação e captura conceitual, na qual concepções prévias são reconciliadas a novas concepções, ao invés de um processo de simples acomodação e mudança conceitual no quais as pré-concepções são abandonadas e substituídas por explicações científicas (LEWIS, 2004).

Uma aprendizagem é tanto mais significativa quanto mais relações com sentido o aluno for capaz de estabelecer entre o que já conhece, seus conhecimentos prévios e o novo conteúdo que lhe é apresentado como objeto de aprendizagem. A organização geral do ensino ou o planejamento da seqüência didática na qual é abordada a aprendizagem dos novos conteúdos podem chegar a ser um impedimento para que os alunos percebam que é preciso mobilizar seus conhecimentos prévios. Os programas curriculares sobrecarregados, aliados ao tempo exíguo das cargas horárias, acabam por implicar no ensino de conteúdos que nem sempre são interligados, em prejuízo do debate de seus significados na vida diária. Particularmente, em relação ao estudo da genética tratada no espaço escolar do ensino médio, a falta de integração ou fragmentação entre os temas também pode ser constatada na maioria dos livros didáticos. Em estudo realizado em 1995, Reznik verificou a presença de tópicos isolados tais como: núcleo e material genético (Capítulo sobre DNA: estrutura e funcionamento); divisão celular (Capítulo sobre mitose e meiose); genética mendeliana. Pouquíssimos, ainda, são os livros que mencionam e trabalham determinados avanços do conhecimento em biologia molecular, como, por exemplo, os estudos de diferenciação e controle da vida celular e de manipulação gênica.

A questão de como realizar a exploração dos esquemas de conhecimento dos alunos, é uma das mais preocupantes na abordagem do tema que estamos tratando. Segundo Miras (1998), dada à dificuldade de poder avaliar detalhadamente o conjunto de conhecimentos prévios, pode ser conveniente e ao mesmo tempo mais útil fazer uma exploração global e geral no início de um curso ou de uma unidade didática ampla, adiando a avaliação de aspectos mais específicos ou pontuais para o início ou durante as lições concretas. Nesse sentido, considerando as características do processo de ensino e aprendizagem, parece mais adequado utilizar instrumentos do tipo aberto sempre que for possível. Questões abertas permitem que se averigüe melhor as idéias dos alunos, pois geralmente exigem que eles formulem uma justificativa para as respostas, demonstrando assim o seu grau de

conhecimento. Além disso, não existe a possibilidade de que o aluno acerte a questão mesmo sem sabê-la, como ocorre muitas vezes em questões fechadas.

Após a avaliação desses conhecimentos a grande questão é: o que fazer com as concepções prévias dos alunos? Caso se trate apenas de estratégia de motivação, pode-se deixá-las de lado e apresentar, paralelamente, as concepções científicas. Neste caso, restará dúvida sobre o processo de ensino e aprendizagem. No entanto, caso essas idéias sejam tomadas verdadeiramente como ponto de partida para o aprendizado, elas devem ser entendidas em sua profundidade e consistência, inclusive na sua justificação empírica, e enfrentadas nas atividades didáticas a serem planejadas. Deve-se levar em consideração que além de modelos, os alunos possuem crenças e dogmas, que se mostram menos susceptíveis à intervenção do professor. Dessa forma, será necessário incluir componentes emocionais dentro do planejamento curricular, de forma a trazer elementos de motivação equivalentes aos que sustentam crenças e dogmas (BIZZO, 2000).

Além disso, ao se terminar o ensino do conteúdo e ao avaliarem suas respostas iniciais, os estudantes podem tomar consciência das mudanças ocorridas em seus conceitos ao longo do processo de aprendizagem. De maneira similar, sob a perspectiva do professor, essa retrospectiva pode ser útil para avaliar o caminho percorrido pelos alunos e, por que não, para dar-lhes ânimo no caminho que ainda deve ser percorrido (MIRAS, 1998).

O objetivo desse trabalho foi analisar as idéias e conceitos prévios de estudantes do ensino médio, sobre alguns temas na área da genética tais como: transmissão da informação genética, diferenças e similaridades no DNA dos seres vivos, biotecnologia. O trabalho de pesquisa que vamos apresentar foi desenvolvido para a disciplina de Prática de Ensino em Biologia do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UFMG. O tema Genética foi escolhido em função do assunto que estava sendo trabalhado na escola em que foi realizada a pesquisa.

Metodologia

A pesquisa foi realizada com três turmas do terceiro ano do ensino médio de uma escola técnica federal totalizando 70 estudantes. Entre os estudantes, 48 ingressaram por concurso e eram alunos de dois cursos profissionalizantes, Instrumentação e Eletrônica,

oferecidos pela escola. Os outros estudantes cursavam somente o ensino médio e ingressaram na escola sem concurso. Além disso, os estudantes ainda não haviam estudado

o assunto pesquisado.

Utilizamos um instrumento de coleta de dados constituído de 10 questões abertas, sendo algumas perguntas e algumas afirmativas, relacionadas a diferentes temas na área de genética. Para cada uma das afirmativas, o estudante indicava se concordava ou não. Caso não concordasse ele deveria reescrevê-la de modo a torná-la correta. Para as perguntas diretas era necessário que se justificasse a resposta.

As questões foram formuladas de modo a contemplar algumas dificuldades dos estudantes em relação aos conteúdos de genética, já identificadas nas pesquisas em ensino de biologia (SANTOS, 1991). Por exemplo, a questão da interação genoma-ambiente, a compreensão da estrutura do material genético e avanços na biologia molecular. As questões de número 9 e 10 foram elaboradas a partir do tema “Exame de DNA e teste de paternidade”, que também seria abordado futuramente em sala de aula.

É importante ressaltar que não havia nenhum gabarito ou modelo para definir se as respostas estavam certas ou erradas. Assim, os critérios utilizados foram; se as idéias do aluno se aproximavam da resposta cientificamente correta para aquela pergunta e se a justificativa dada pelo aluno era pertinente. Só foram consideradas erradas as respostas que fugiam totalmente de uma resposta aceitável para a pergunta.

O questionário aplicado encontra-se anexo. Após cada questão indicamos uma resposta básica que foi considerada adequada para a questão. No quadro 1, agrupamos as questões de acordo com os conhecimentos avaliados nas mesmas.

Questão	Conceitos avaliados
1 e 8	Conhecimentos sobre interação genoma -ambiente, assim como o entendimento de avanços na biologia molecular.
2, 3,4, 5 e 7	Conhecimentos sobre a estrutura e organização do material genético de diferentes organismos
6, 9 e 10	Capacidade de relacionar os conhecimentos científicos com questões do cotidiano e também aos avanços na biologia molecular

Quadro 1: Idéias e conceitos dos alunos que foram avaliados nas questões do questionário.

Resultados e discussão

As respostas foram analisadas e classificadas em quatro classes: respostas corretas, respostas incorretas, respostas incompreensíveis e questões não respondidas conforme apresentado na Tabela 2

Questão	Acertos	Erros	Não Respondidas	Respostas Incompreensíveis	Porcentagem de Acertos (%)
1	64	1	2	3	91
8	52	15	3	0	74
2	34	32	4	0	48
3	56	8	5	1	80
4	34	28	6	2	48
5	55	8	6	1	78
7	66	1	2	1	94
6	63	3	1	3	90
9	44	2	19	5	63
10	50	7	4	0	84

Tabela 2. Resultados de cada questão avaliada no questionário.

A visão dos alunos

Questões 1 e 8

As questões 1 e 8 se relacionavam à interação genoma-ambiente e avanços na biologia molecular. Cerca de 83% dos estudantes respondeu corretamente, embora a questão 1 tenha apresentado um índice maior de acerto do que a questão 8. A seguir, estão alguns exemplos de padrões mais recorrentes nas respostas a essas questões:

1) Os cientistas afirmam que: “um clone de Mozart não será um novo Mozart, nem um clone de Hitler um novo Hitler”.

“Concordo. Uma pessoa não é produto somente da genética, mas sim de uma sociedade”.

“Concordo, pois a personalidade de uma pessoa não está no DNA”.

“Em um clone, a pessoa clonada e seu clone terão o mesmo material genético, mas a personalidade não será a mesma pois esta varia de acordo com o meio (ex: sociedade) em que vivemos”.

8) Os cientistas conseguiram identificar o código genético da espécie humana. Para você, isto seria suficiente para se fazer a previsão de como um indivíduo vai ser no futuro? Explique sua resposta

“Sim e não, algumas previsões que dizem a respeito ao organismo independentemente do meio podem ser feitas, mas já características biológicas e psicológicas que dependem do meio”.

“Não, pois se conhece o material e não no que ele pode se transformar”.

“Não, pois há fatores sociológicos que influem na formação do indivíduo”.

A partir da análise dessas respostas, verifica-se que a maioria dos estudantes concorda que o ambiente pode influenciar algumas características humanas. Muitos alunos concordam que a personalidade de uma pessoa não tem relação com seu material genético, ao contrário de um estudo realizado por Wood-Robinson (2000) em que alguns estudantes afirmavam que a personalidade de uma pessoa também era definida pelos genes. Essas diferentes concepções encontradas nos dois estudos podem estar relacionadas aos diferentes

contextos em que estão inseridos esses estudantes e às diferentes estratégias de ensino utilizadas pelos professores.

Considerando as questões 2, 3, 4, 5 e 7 que exploravam conhecimentos sobre a estrutura e organização do material genético de diferentes organismos 70% dos estudantes apresentou respostas corretas. Entretanto somente 48% dos estudantes acertaram a questão número 2. Transcrevemos abaixo algumas das respostas obtidas para essa questão:

Questão 2

2) Cromossomas sexuais são encontrados nas células da pele humana.

“São, pois todas as células do corpo humano carregam toda a nossa informação genética”.

“Falso, os cromossomas sexuais chamados de gametas são encontrados nos ovários e nos testículos”. ou

“Falso, são encontrados somente nas gônadas”.

Os resultados indicam que mais da metade dos estudantes acha que os cromossomas sexuais são encontrados apenas em estruturas e/ou células relacionadas à reprodução. Isso pode estar relacionado à crença de que as células só possuem os genes ou cromossomas que necessitam. Em um estudo realizado por Lewis (2000) com estudantes ingleses, houve um resultado semelhante, o que demonstra que muitos dos alunos não têm conhecimento que os genes podem estar ativos ou inativos nas diferentes células do corpo. Além disso, poucos têm conhecimento de que todas as células de um organismo contêm a mesma informação genética. Essas respostas demonstram uma forte visão funcionalista por parte dos alunos. Santos (1991) afirma que para Bachelard, esse conhecimento pragmático, que traduz-se na procura de um caráter utilitário de um fenômeno como princípio de explicação, constitui um dos principais obstáculos epistemológicos para o conhecimento científico. A história da ciência, e sobretudo a história da Biologia é repleta de exemplos que mostram como esse obstáculo pode ser uma barreira à procura da verdadeira razão. Chaves (1993) demonstrou que a existência dessa visão funcionalista dos alunos constitui o principal obstáculo no ensino de Evolução.

Questão 3

3) Cada cromossoma contém apenas um gene.

A maioria dos estudantes (80%) respondeu de forma correta à questão 3, demonstrando já possuírem o conceito de que um cromossoma é formado por vários genes. Embora a maior parte tenha acertado, houve algumas respostas do tipo “Contém dois genes” ou “Contém 23 genes”, que demonstraram uma certa confusão entre cromossomas, genes e alelos. Ainda no estudo realizado por Lewis (2000), foi constatado que embora a maioria dos estudantes avaliados conseguisse identificar um gene como fonte de informação genética, poucos tinham um claro entendimento de gene como uma entidade física, com um local específico no cromossoma e alguns ainda consideravam genes como sendo maiores que cromossomas. Realmente, se esses conceitos não forem explicados de uma forma organizada, os estudantes talvez não sejam capazes de estabelecer uma relação entre eles. Geralmente em sala de aula, esses assuntos são apresentados de forma desconectada e na maioria das vezes, devido a grande quantidade de conteúdos e a falta de tempo, não há oportunidade para o professor de levar os alunos a estabelecer uma relação lógica entre esses conceitos.

Questão 4

4) Cada célula interfásica do nosso corpo tem 46 moléculas de DNA.

A questão número 4 apresentou 48% de acertos e as respostas a seguir demonstram que enquanto alguns alunos conseguiram até mesmo extrapolar a pergunta, e reformulá-la de maneira mais correta, alguns ainda não conseguem identificar um cromossomo como sendo uma molécula de DNA.

“Sim, somente os gametas tem 23”.

“Depende da fase da intérfase, se não for durante o período de duplicação do DNA a frase está correta”.

“Cada célula interfásica do nosso corpo tem 46 cromossomos”.

“Não, porque a molécula de DNA possui 46 genes”.

Lewis (2000) também demonstrou que a falta de entendimento sobre o número e a estrutura dos cromossomos, pode estar relacionada a uma falta de compreensão a respeito das características da divisão celular. Em seu estudo alguns estudantes não faziam distinção entre mitose e meiose e muitos sugeriam que a informação genética seria “dividida” a cada divisão celular. Para Lewis, os estudantes parecem fazer confusão com os termos utilizados para descrever os processos de divisão celular: divisão, replicação, multiplicação... Na questão acima, os estudantes também podem não ter compreendido o significado da palavra “interfásica”, o que pode ter dificultado a resposta

Questão 5

5) Quanto maior o número de cromossomas mais evoluída é a espécie.

“Não, pois alguns vegetais têm mais cromossomos que os humanos”.

“Falso. Existem espécies com mais cromossomos do que o homem e não são mais evoluídos”.

“Não, por exemplo o camarão tem 256 cromossomas”.

A questão 5 demonstrou claramente como os conhecimentos adquiridos anteriormente no contexto escolar podem influenciar as respostas dos alunos. Cerca de 78% dos estudantes acertaram essa questão. Os alunos já haviam estudado que diferentes espécies possuem diferentes números de cromossomas e isso influenciou bastante suas respostas. Mesmo assim, não ficou muito claro nas respostas, qual a relação existente na concepção dos alunos entre o material genético e a evolução das espécies. Embora eles tivessem conhecimento que um maior número de cromossomas não significa ser mais complexo, não sabemos se eles possuem a noção de que a evolução está relacionada a mudanças no material genético.

Em relação ao estudo de Evolução, Chaves (1993) observou um antagonismo entre as concepções de Evolução dos alunos e aquelas cientificamente aceitas como é o caso, por

exemplo, da funcionalidade (inexistente para a Ciência) atribuída pelos estudantes ao processo de evolução dos seres vivos. Além disso, a concepção de Evolução como progresso foi notadamente uma das mais recorrentes aos estudantes da pesquisa de Chaves, que conceberam a evolução como um processo de aprimoramento de características, sejam elas físicas ou intelectuais. Além disso, ela identificou que muitos professores não tinham um bom embasamento para explicar a teoria da evolução, dificultando ainda mais o aprendizado dos alunos.

A questão 7 foi respondida corretamente por 94% dos estudantes, o que nos indica que os estudantes apresentam um conhecimento sistematizado sobre a relação entre o material genético e a diversidade dos seres vivos.

7) A quantidade de DNA nos seres vivos é a mesma? Por que você pensa assim?

“Não. Porque existem diferentes espécies de seres vivos, e estes apresentam diferentes características”.

“Não, pois depende de cada espécie”.

“Não, pois a morfologia e a fisiologia de cada ser vivo é diferente e varia com a quantidade de células que o indivíduo possui”.

Vamos agora analisar as respostas às questões 6, 9 e 10 que consideram a capacidade dos estudantes em relacionar os conhecimentos científicos com questões do cotidiano e também aos avanços na biologia molecular.

Questão 6

As questão 6 foi respondida corretamente por 90% dos estudantes. Algumas respostas demonstraram uma boa compreensão de que o DNA é material constituinte de todos os seres vivos:

6) É impossível um ser humano fazer uma refeição cotidiana sem comer DNA.

“No cotidiano, tudo o que comemos têm origem animal ou vegetal, e estes tem DNA”.

“Concordo. Ao comer arroz, a pessoa está ingerindo células do arroz, que contém DNA”.

Questão 9

A questão número 9 parece ter gerado muitas dúvidas nos alunos. Cerca de 27% dos estudantes não respondeu essa questão. Entre os que responderam, 63% elaborou resposta correta. É possível que a questão não estivesse bem formulada, ou então que estivesse muito além do nível de conhecimento dos alunos. Assim, foram considerados diferentes tipos de respostas que tinham de alguma forma, idéias relacionadas à pergunta, embora algumas respostas estivessem mais completas do que outras:

9) Já foi comprovado que o genoma humano tem uma similaridade de 99% com o do chimpanzé. Então, como você acha que pode ser possível identificar indivíduos e se determinar a paternidade através do DNA?

“Na fita de DNA tem informações sobre os pais”.

“Através de semelhanças entre os DNAs”.

“23 cromossomos são herdados do pai”

“O código de DNA é muito grande, dentro de 1% há muita informação e portanto muita diferença”.

“Analisando as informações genéticas e verificar se existe igualdade (pai e filho)”.

“Porque no DNA há características únicas de cada ser e os 23 cromossomos que ele tem igual ao do pai pode ser identificado”.

“Sim, pois por mais parecido que seja com outro indivíduo cada DNA é único o suficiente para se determinar isso”.

“Pela variabilidade genética, pode ser parecido mas não é igual”.

Essas respostas se aproximaram bastante de uma resposta correta. Por outro lado, outros estudantes formulam respostas bastante confusas, demonstrando que, embora esse assunto ultimamente esteja sendo bastante explorado pela mídia, muitos não tem idéia do que se trata:

“Não, pois desse modo pode confundir o homem com o chimpanzé”.

“Sim, pois o ratinho faz assim”.

“Boa pergunta, só Deus sabe”.

“Mágica”.

Questão 10

10) Um exame de DNA para averiguação de paternidade pode ser feito com qualquer tipo de material biológico de uma pessoa. Justifique.

“Acho que sim, pois qualquer material biológico possui DNA”.

“Pode. Pois todo nosso corpo apresenta material genético”.

“Sim, pois o DNA está presente em todas as células do corpo e é igual em todas elas”.

“Todo material biológico (células) possui DNA”.

A maior parte dos alunos (84%) respondeu corretamente à questão 10, embora nem todas as respostas sugerissem que o material genético estivesse presente dentro das células e que este seja igual em todas, o que deixa dúvida se há esse conhecimento por parte dos alunos. Pelas respostas dadas a questão 2, parece que realmente os alunos não tem o conhecimento de que todas as células de um organismo possuem o mesmo conteúdo genético.

Caminhos para a mudança

A partir dessas respostas elaboradas pelos estudantes pudemos identificar seu conhecimento sobre os assuntos pesquisados. Algumas respostas não puderam ser interpretadas, pois não foi possível identificar as concepções dos estudantes sobre os temas.

Identificamos em nossa pesquisa que a maioria dos alunos já apresentavam um conhecimento sistematizado sobre os temas pesquisados. Entretanto, alguns estudantes ainda apresentavam várias concepções errôneas do ponto de vista científico.

Entre os grandes desafios que se coloca ao professor, um é o de ajudar o aluno a tornar-se consciente das estratégias de aprendizagem que usa para construir (reconstruir) conceitos, outro é o de propiciar situações de ensino que contemplem o uso dessas estratégias. Além disso, a insatisfação do aluno com o seu próprio conceito e a plausibilidade do conceito ao ser aplicado em um contexto mais amplo são algumas condições tidas como necessárias para a construção e/ou reconstrução de conceitos pelos estudantes (LEWIS, 2000).

Um obstáculo epistemológico claramente identificado foi o de que os diferentes tipos celulares só possuem os cromossomas ou genes de que necessita e que estes são expressos continuamente. Para lidar com esse problema, não basta apenas ensinar as leis de Mendel e relacioná-las ao comportamento de cromossomas durante a divisão celular. É necessário que os estudantes também compreendam que os genes não são estáticos e que podem ser regulados de acordo com as necessidades da célula, ou seja, que diferentes genes estão ativos em diferentes tipos de células. Lewis (2000) afirma que à medida que o estudante relaciona os conceitos sobre a natureza química dos genes e sua expressão fisiológica, esses modelos podem ser utilizados para explicar princípios da hereditariedade e também para o entendimento da complexidade à nível molecular, incluindo a influência dos genes na bioquímica e na fisiologia do organismo.

Verificou-se também que além das questões mais teóricas, os alunos também demonstraram concepções alternativas a respeito daquelas questões mais práticas e ligadas ao seu dia-a-dia (por exemplo, questões 6, 8 e 10). Foi justamente nessas questões que se

verificou um maior grau de correlação das idéias com o que é veiculado pela mídia em geral. Segundo Malaguth *et al* (1997), através da discussão crítica destes temas, utilizando, inclusive, notícias dos meios de comunicação, podemos trabalhar os conceitos básicos de genética e hereditariedade considerando os saberes do cotidiano do aluno, procurando debater a relação entre ética e ciência e compreender através de quais políticas e estratégias são produzidas novas tecnologias ou mesmo com quais objetivos elas são utilizadas e divulgadas.

Conclusão

Este estudo apresenta evidências que há uma série de conceitos e idéias existentes previamente na mente dos alunos sobre os mais diversos temas a serem lecionados. No contexto específico desse estudo verificou-se que muitos estudantes ainda apresentam dificuldade no entendimento de vários aspectos a respeito de genética e hereditariedade, e, muitas vezes, mostram-se confusos diante da quantidade de informações a respeito do tema.

O questionário aplicado como método de sondagem, apesar de possuir algumas limitações, demonstrou ser um método válido, pois as questões abertas permitiram que se avaliasse o conhecimento dos alunos na maior parte das vezes.

Em relação aos conhecimentos sobre interação genoma-ambiente, de forma geral, os estudantes demonstraram já possuírem conhecimento dentro do assunto. Já em conhecimentos sobre a estrutura e organização do material genético de diferentes organismos uma das principais dificuldades identificadas foi a questão da funcionalidade do material genético. Há uma forte visão funcionalista por parte dos alunos a respeito da constituição genética das células e isso pode ser um obstáculo epistemológico importante a ser considerado ao se trabalhar com esse tema. Além disso, nas questões envolvendo a capacidade de relacionar os conhecimentos científicos com questões do cotidiano e também aos avanços na biologia molecular verificou-se uma certa dificuldade dos alunos em lidar com assuntos relacionados a genética veiculados pelos meios de comunicação.

Diante disso, o professor deve agir com cautela, pois as idéias dos estudantes podem se constituir tanto um obstáculo quanto um ponto de partida para o entendimento do

assunto. Assim, a sondagem sobre os conhecimentos prévios dos estudantes, antes de se iniciar um determinado conteúdo, facilita bastante o trabalho do professor, pois ele tem a possibilidade de adaptar o tema de forma a atender melhor as necessidades dos alunos.

Anexo 1: Questionário aplicado nos alunos e sugestões de respostas

Leia atentamente e analise as frases a seguir. Reescreva de outra forma aquelas das quais você discorda e responda as perguntas.

1) Os cientistas afirmam que: “um clone de Mozart não será um novo Mozart, nem um clone de Hitler um novo Hitler”.

R: Correto. Um indivíduo não é produto apenas de seu genoma, mas também do ambiente em que se desenvolve.

2) Cromossomas sexuais são encontrados nas células da pele humana.

R: Errado. Cromossomas sexuais são encontrados em todas as células do organismo.

3) Cada cromossoma contém apenas um gene.

R: Errado. Cada cromossoma contém vários genes

4) Cada célula interfásica do nosso corpo tem 46 moléculas de DNA.

R: Certo. Um cromossomo representa uma molécula de DNA.

5) Quanto maior o número de cromossomas mais evoluída é a espécie.

R: Errado. O número de cromossomas não está relacionado a evolução de uma espécie, afinal muitos organismos apresentam mais cromossomos que o ser humano.

6) É impossível um ser humano fazer uma refeição cotidiana sem comer DNA.

R: Certo. Todos os alimentos de origem vegetal e animal possuem células, que por sua vez possuem DNA.

7) A quantidade de DNA nos seres vivos é a mesma? Por que você pensa assim?

R: Não. Depende do número e do tamanho dos cromossomos da espécie.

8) Os cientistas conseguiram identificar o código genético da espécie humana. Para você, isto seria suficiente para se fazer uma previsão de como um indivíduo vai ser no futuro? Explique sua resposta

R: Não. Uma seqüência de DNA somente não pode nos dizer como um indivíduo vai ser no futuro, além disso, existem interações genoma-ambiente que podem fazer com que indivíduos com o mesmo genoma apresentem diferentes características.

9) Já foi comprovado que o genoma humano tem uma similaridade de 99% com o do chimpanzé. Então, como você acha que pode ser possível identificar indivíduos e se determinar a paternidade através do DNA?

R: Existem regiões que são bastante variáveis entre as pessoas e que podem ser utilizadas nesse tipo de exame.

10) Um exame de DNA para averiguação de paternidade pode ser feito com qualquer tipo de material biológico de uma pessoa. Justifique.

R: Sim, desde que contenha células com núcleo, pois todas as células de uma pessoa, exceto os gametas, tem o mesmo conteúdo gênico.

Referências Bibliográficas

ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M.A. A didática das ciências. Campinas, São Paulo: Papirus, 1990.

- BIZZO, N. Concepções de herança de pacientes e familiares de serviço de aconselhamento genético. In: Coletânea do VII Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”, São Paulo: FEUSP, 2000. pp.529-532.
- CHAVES, S. N. Evolução de idéias sobre evolução: A evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de Biologia do ensino secundário. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Dissertação de Mestrado, 1993.
- GRYNSPAN, D., REZNIK, T. Visões e opiniões sobre o gene e a genética: a parceria museu-escola como uma estratégia metodológica para o ensino de Ciências e Tecnologia. In: Coletânea do VII Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”, São Paulo: FEUSP, 2000. pp.658-661
- JUSTINA, L. A. D., LEYSER DA ROSA, V. Genética no ensino médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica. In: Coletânea do VII Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”, São Paulo: FEUSP, 2000. pp.794-795
- LEWIS, J. Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22 (2), 2000. pp.177-195.
- LEWIS, J. Traits, genes, particles and information: re-visiting student’s understanding of genetics. *International Journal of Science Education*, 26 (2), 2004. pp.195-206.
- MALAGUTH, I. F., JANNES, C. E., PEREIRA, J. E. D. Ciência crítica e a genética dos livros didáticos. In: Coletânea do VI Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”. Campinas:UNICAMP, 2000. pp. 102-105
- MELLO, C. M., MOTOKANE, M. T., TIVELATO, S. L. F. Ensino de genética: avaliação de uma proposta inovadora. In: Coletânea do VI Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”. Campinas:UNICAMP, 2000. pp. 376-377.
- MIRAS, M. Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In Coll, C., Martin, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubio J., Sole, I., Zaballa, A. (Eds), *O Construtivismo em sala de aula* (pp. 57-77). São Paulo: Editora Ática, 1998.
- REBELLO, L. H .S. Concepções de célula viva entre alunos do primeiro grau. In: Coletânea do VI Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”. Campinas: UNICAMP, 2000. pp. 109-111.
- REZNIK, T. O desenvolvimento do conceito e sua apropriação nos livros didáticos de biologia. Niterói: UFF, Dissertação de Mestrado, 1995.
- SANTOS, M. E. V. Mudança conceitual na sala de aula – um desafio pedagógico. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

VENVILLE, G. J., TREGUST, D. F. Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1998. pp.1031–1055.

WOOD-ROBINSON, C., LEWIS, J., LEACH, J. Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, 35, 29–36, 2000.