

ENSINO DE GENÉTICA: REPRESENTAÇÕES DA CIÊNCIA DA HEREDITARIEDADE NO NÍVEL MÉDIO

Lourdes Aparecida Della Justina^[1]
Jorge Luiz Rippel^[2]

Resumo

Este estudo apresenta uma investigação no âmbito da pesquisa em ensino de genética. Também são abordadas algumas possibilidades para a melhoria do ensino de genética no nível médio. Este teve como um dos objetivos identificar as representações, da genética básica, apresentadas por alunos concluintes do ensino médio. A amostra de estudo envolveu 59 alunos que freqüentavam a terceira série do ensino médio. Utilizou-se, para a coleta de dados um questionário. A análise dos resultados revelou que os alunos pesquisados apresentam conhecimentos deficientes sobre os conceitos da genética básica e verificou-se que a escola de educação básica desempenhou um papel pouco significativo, como agência de alfabetização científica e tecnológica em genética dos jovens que integraram a amostra de estudo.

Palavras-chave: Ensino Médio; Genética Básica; Alfabetização Científica e Tecnológica.

Introdução

A genética é uma das áreas básicas das ciências biológicas, portanto fundamental para explicar diversos preceitos relacionados a outros ramos da biologia. Graças ao conhecimento da genética podemos compreender diversos fenômenos, por exemplo, os ligados à evolução, entender o funcionamento de vários processos fisiológicos e até mesmo os mecanismos de ação de certas doenças. Por outro lado, a genética é uma ciência aplicada e em constante evolução. Esta evolução manifesta-se, principalmente, através de novas pesquisas como o projeto genoma, a clonagem e os organismos geneticamente modificados.

Estes avanços científicos e tecnológicos são freqüentemente veiculados na mídia. Surge, então, uma dificuldade: como apresentar de forma clara e correta aos telespectadores, ouvintes, leitores, alunos, os conceitos dessas novas tecnologias? Na educação formal, torna-se imprescindível aos professores de biologia do ensino médio e de ciências do ensino fundamental estarem atualizados em relação a esses avanços da genética e apresentarem-nos a seus alunos, levando estes à compreensão dos processos envolvidos.

Para um indivíduo desenvolver opiniões a respeito das novas tecnologias da genética, ele precisa ser alfabetizado cientificamente e tecnicamente. Segundo Fourez (1994), ser alfabetizado cientificamente tecnicamente significa ter consciência de que teorias e modelos científicos só podem ser bem compreendidos se a pessoa souber porque e para que foram desenvolvidos.

O entendimento das novas tecnologias da área da genética está diretamente relacionado ao domínio do conhecimento de conceitos básicos como: gene, ácidos nucléicos, divisão celular, cromossomo e expressão gênica (Justina, 2001). É no nível médio, que o ensino da ciência da hereditariedade abrange quase a totalidade dos alunos, com exceção de alguns cursos técnicos que não apresentam a disciplina de biologia ou a apresentam com carga horária reduzida. Deste contexto, deriva a necessidade de se mapear as representações dos alunos do ensino médio a respeito da genética básica, para proposição de recursos

didáticos e metodológicos que possam contribuir para a alfabetização científica e tecnológica em genética.

O ensino de genética e a alfabetização científica e tecnológica

A visão de universo e a posição frente a este universo é construída, pelas pessoas, lentamente, através de apropriações feitas desde o início da vida consciente. Este ponto de vista representa a identidade de um ser humano, que tem impacto sobre sua maneira de se ver, como indivíduo e como espécie. Esta identidade guia suas atitudes e ações e, como tal, determina o tipo de pessoa que ele será e, conseqüentemente, o tipo de sociedade na qual ele está inserido. Teoricamente, qualquer conhecimento novo deve acomodar-se a essa visão de mundo ou a visão de mundo deve mudar para nele se enquadrar. A ignorância ou a rejeição de conhecimentos novos leva freqüentemente ao conservadorismo e à intolerância. A genética tem fornecido conceitos poderosos, que têm mudado radicalmente a visão que a humanidade tem de si mesma e sua relação com o resto do universo (Griffiths, 1993). Para a não rejeição e/ou ignorância frente às novas descobertas em genética, as pessoas necessitam compreender o grande espectro de aplicações e implicações tanto da genética básica quanto da genética aplicada.

Atualmente, existem discussões envolvendo diferentes setores da sociedade, tais como a preocupação com a preservação da biodiversidade e os rumos dos avanços biotecnológicos. Estas requerem uma maior compreensão da biologia, o que pressupõe o entendimento da genética como ciência básica para as diferentes áreas das Ciências Biológicas, como foi abordado no primeiro capítulo. Phoenix (2000) aponta a importância do ensino da ciência dos seres vivos, que ficará cada vez mais vital, nas próximas décadas, com os avanços tecnológicos. Esta educação é necessária no sentido de evitar a formação de grupos marginalizados em relação ao conhecimento e entendimento dessas novas tecnologias. Caso isso não ocorra, estes grupos se tornarão presas fáceis da propaganda e dos interesses de grupos minoritários, detentores do conhecimento. A efetividade de tal dominação se dá freqüentemente pela apresentação de um lado da questão ou por argumentos parciais.

As ciências estão ligadas a uma forma de poder e isto é ilustrado por exemplos práticos do cotidiano (Fourez, 1994). Um deles é a compreensão das doenças hereditárias; outro é o conhecimento das razões para os agricultores terem cautela no cultivo de plantas modificadas geneticamente. Pesquisas para verificar as implicações dos produtos transgênicos, ainda estão em andamento. O consumidor deve decidir, com base em conhecimentos cientificamente válidos, pelo consumo ou não destes produtos. Estes exemplos servem para demonstrar como as diferentes áreas do conhecimento científico em genética podem ajudar na compreensão de diferentes situações.

Como ciência aplicada, a genética vem apresentando avanços com os quais, hoje, o ser humano pode transformar a sua vida e de toda a biosfera, criando com isso problemas que devem ser decididos pelo conjunto da sociedade. Decisões pessoais, quanto a atitudes relacionadas à saúde e ao comportamento, entre outras, que têm implicações éticas, sociais e políticas, por exemplo, mobilizam cientistas, filósofos, teólogos, juristas e políticos, e também o imaginário coletivo, necessitando de exame e de debate sobre suas razões e efeitos. Para que o cidadão possa decidir conscientemente, deve possuir uma base sólida de conhecimento que a escola pode e deveria oferecer.

A educação científica deve contribuir para que cada indivíduo seja responsável pelo seu bem estar e capaz, como cidadão, de tomar decisões com base em conhecimentos sólidos e cientificamente válidos. Ela deve representar, para o aluno, uma ampliação das possibilidades de sua compreensão de mundo e de participação efetiva neste. De acordo com

Rodríguez (1995), a aquisição de um conceito científico implica em saber usá-lo em suas relações com outros conceitos, dentro de uma estrutura conceitual. Portanto, o conhecimento de um conceito científico implica a capacidade de transferi-lo para um contexto diferente.

Tal compreensão deve ser favorecida pelas informações presentes nos currículos desenvolvidos nas escolas. Assim, os professores devem proporcionar aos estudantes a informação adequada a respeito de certos contextos concretos em que determinadas tecnologias podem ser aplicadas. Deste modo, os estudantes podem adquirir experiência para refletir sobre as questões sociais e éticas implicadas na consecução de um ponto de vista raciocinado.

No artigo 35^o das Leis e Diretrizes e Bases da Educação Brasileira, está previsto, em seu segundo parágrafo, “a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores”. No terceiro parágrafo prevê “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”.

Para ter autonomia intelectual e ser possuidor de pensamento crítico em relação às ciências, o indivíduo deverá ser alfabetizado cientificamente. Para Fourez (1994), a alfabetização científica e técnica acontece quando os saberes adquiridos visam a autonomia, possibilitando que o aprendiz tenha capacidade para negociar suas decisões, alguma capacidade de comunicação (encontrar maneira de dizer) e algum domínio e responsabilização face à situação concreta. Para este autor, os objetivos da alfabetização científica e técnica são a autonomia do indivíduo, componente pessoal; a comunicação com os outros, componente cultural, social, ético e teórico e o domínio do meio ambiente, componente econômico.

A importância da alfabetização científica e técnica está no fato de possibilitar que as pessoas discutam os avanços científicos e os limites das invenções dos seres humanos, como a terapia gênica, a clonagem e os transgênicos. Espera-se que as pessoas consigam compreender todos esses avanços científicos e tecnológicos, analisando a importância desses conhecimentos para o conjunto da sociedade. Deste modo, contribuir-se-á para a formação de indivíduos capazes de compreender tais inovações e quais são efetivamente suas aplicações e implicações para a humanidade.

Na visão de parte dos cientistas, a alfabetização científica é uma forma de preservar e, se possível, ampliar o apoio recebido pela ciência, devendo o povo entender (a ciência) nos seus próprios termos (dos cientistas). Neste caso, a expressão “alfabetização científica” tem maior adequação para situações de aprendizado, formais ou informais, que tenham um caráter prescritivo, nas quais a quantidade e a qualidade dos conhecimentos científicos a serem transmitidos, bem como os objetivos a serem alcançados, sofrem determinações externas aos sujeitos que estão sendo “alfabetizados” (Jenkins apud Rosa, 2000). Talvez esse interesse ainda esteja voltado ao objetivo inicial, dos anos sessenta, da alfabetização científica, que era o de formar futuros cientistas. Mas para o público em geral a concepção que visa a admiração e/ou aceitação da ciência está assentada no positivismo. Quando se aceita e se admira a ciência, sem concebê-la como uma construção humana, a tendência é de idolatrá-la e de mistificá-la. O entendimento da ciência só ocorre quando o indivíduo consegue relacioná-la à sua vivência. A aceitação da ciência por admiração é perigosa, pois os rumos do desenvolvimento científico devem ser decididos pelo conjunto da sociedade, por cidadãos participativos e críticos que saibam opinar e optar, com base numa visão de suas implicações. Ao longo da história, em nome da ciência, muitas atrocidades foram realizadas, como o nazismo embasado na crença em uma falsa concepção da teoria eugênica. Os ideais nazistas estavam muito longe de possuir bases científicas. No futuro, quando os tratamentos gênicos estiverem mais disponíveis, o cidadão com uma doença genética, por exemplo, poderá optar

pela terapia gênica, não baseado na crença de uma cura milagrosa, mas como uma possibilidade que a ciência oferece, a qual possui limitações e riscos.

A natureza do ser humano, conforme Amabis¹, é de buscar explicações. Quando essas explicações não são associadas a uma base científica ele as procura no sobrenatural. Antes de tudo, a alfabetização científica e tecnológica deve possibilitar que o indivíduo encontre suas explicações num ponto de vista racional e coerente.

Wood-Robinson et alli (1998) classificam as finalidades da formação científica em três categorias:

1. Fins utilitários - que os indivíduos apliquem de uma forma prática os conceitos científicos adquiridos.

2. Fins democráticos - que os indivíduos possam entender e participar de debates relacionados com temas científicos.

3. Fins culturais - que os indivíduos entendam a ciência como um avanço da sociedade moderna.

Wood-Robinson et alli (1998) utilizam o termo formação científica para o que Fourez (1994) chama de alfabetização científica e técnica. No entanto, Fourez² afirma que a alfabetização científica e tecnológica é uma expressão metafórica, e visa oferecer ao indivíduo uma base de conhecimentos que proporcione autonomia para agir frente às situações presentes em seu cotidiano; e não pode ser considerada como sinônimo de formação científica, pois esta visa a formação de especialistas.

A genética proporciona exemplos clássicos de raciocínio lógico, pois possui um conjunto de princípios e leis bem desenvolvidos. Ela representa, dentro da biologia, não apenas uma área de conhecimento, mas um caminho para mudar sua natureza descritiva do ensino de biologia. Ela possibilita ao pesquisador, ao professor e ao estudante, o exercício do raciocínio lógico e da reflexão teórica e ética, constituindo-se assim em poderoso instrumento de alfabetização científica. Além disso, Rosa (2000) aponta para a importância da genética no ensino médio ao influenciar nas futuras escolhas profissionais da área da saúde. Também salienta que o despreparo no ensino médio dificulta a aprendizagem da genética na graduação.

Ensino de genética: fatores limitantes e possibilidades

Atualmente, sabe-se que o conhecimento de genética do público leigo é muito rudimentar, mesmo considerando estudantes de diferentes graus de escolaridade, inclusive universitária. A análise bibliográfica de artigos, sobre populações norte-americanas e européias, revela uma série de trabalhos e pesquisas realizados que concluem que o nível de alfabetização científica e/ou entendimento das idéias e processos da genética básica entre os estudantes e a população é baixo (Griffiths, 1993; Bugallo Rodríguez, 1995; Wood-Robinson et alli, 1998; Lewis, Leach e Wood-Robinson, 2000a, 2000b; Ayuso e Banet, 2002).

Bugallo Rodríguez (1995) afirma que na década de setenta, houve escassos estudos sobre as crenças dos estudantes sobre os temas de genética. Citando Deadman e Kelly (1978), ele coloca que a ausência de um conceito simplificado de herança mendeliana, que ligue a genética mendeliana à genética moderna, é um dos maiores obstáculos para a aprendizagem

¹ Minicurso “O ensino do mendelismo em uma perspectiva histórico-filosófica” ministrado no 46º Congresso Nacional de Genética, setembro/2000.

² Comunicação pessoal durante a disciplina “Epistemologia Sócio-Contrutivista” ministrada pelo Professor Doutor Gerard Fourez, junto ao PPGE/UFSC, em 1999/2.

de conceitos mais elaborados. Nos anos oitenta realizaram-se os estudos referentes à didática da genética. Estes trabalhos apontaram esta como a área de maior importância e dificuldade.

Nos anos seguintes houve muitas investigações acerca das concepções alternativas dos estudantes. Em meados da década de noventa, a atenção esteve direcionada para a resolução de problemas (Bugallo Rodríguez, 1995).

Na atualidade, há uma preocupação crescente com o baixo nível de alfabetização científica e tecnológica na população geral. Na genética, dentre as diversas pesquisas sobre o ensino, observa-se um interesse de parte dos pesquisadores pela elaboração e/ou inserção de recursos didáticos que facilitem e aumentem a compreensão dos alunos dos diferentes graus de ensino. Estes incluem softwares, jogos, modelos didáticos, entre outros recursos.

No Brasil, há um número reduzido de fóruns de debates em que seja propiciada a discussão sobre o ensino de genética. Dentre estes, destacam-se o “Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia – EPEB” e o “Congresso Nacional de Genética”. Estudos sobre ensino de genética, realizados nos últimos anos e apresentados nestes eventos, permitem avaliar um interesse e uma preocupação crescentes nesta área. Constata-se um aumento no número de pesquisas acadêmicas, o que representa o surgimento de uma comunidade de pesquisadores na área.

Alguns dos trabalhos apresentados no EPEB são referentes aos livros didáticos, recurso mais utilizado pelos professores no ensino médio. Malaguth, I. F.; Jannes, C. E.; Pereira, J. E. D. (1997) e Resnik, (1997), por exemplo, apontam no sentido de que o ensino de genética orientado exclusivamente pelos atuais livros didáticos está aquém das expectativas, experiências e questionamentos dos alunos. Além destes, outros estudos, como os de e Mello, C. M.; Motokane, M. T.; Trivelato, S. L. F. (1997) Jannes, C. E.; Rezende, A. C. R.; Vieira, I.L. C. M. (2000), também apontam para a necessidade de considerar os saberes do cotidiano do aluno e dos debates acerca da relação entre ética, ciência e novas tecnologias, assim como os objetivos de sua utilização e divulgação. Alguns trabalhos, como o de Bizzo (2000), tratam das concepções de herança. Maciel et alli (2000) propõem a utilização de um estudo dirigido para uma melhor compreensão do papel do RNA na síntese de proteínas, salientando a importância do estudo da biologia molecular no ensino médio.

Ao analisar os trabalhos apresentados nos cinco últimos Congressos Nacionais de Genética (1998, 1999, 2000, 2001 e 2002) observa-se que somente nos quatro últimos eventos houve a abertura de um espaço, em especial, para a área de ensino. Anteriormente, os trabalhos referentes ao ensino de genética eram apresentados na sessão “outros”. Os trabalhos apresentados levantam questões relevantes envolvendo vários aspectos do ensino de genética, como a história desta ciência e a análise de modelos. Nery e Rodriguez (1998) apontam para a grande dificuldade de compreensão, pelos alunos de todos os níveis, dos mecanismos que ocorrem dentro da célula. Em decorrência disso, o aprendizado de processos como a tradução é, em geral, bastante penoso, quando são utilizados apenas esquemas como instrumento didático. Este autor, bem como Valadares (1999), sugere a utilização de modelos didáticos para uma maior aprendizagem dos mecanismos celulares. “A palavra só passa a ter significado quando o aluno constrói sua própria moldura de associações” (Valadares, 1999, p.797). Brandão e Acedo (2000) salientam que a utilização de modelos didáticos em genética facilita a compreensão e o aprendizado de processos complexos, como a regulação da expressão gênica em bactérias, estimulando a curiosidade e a participação efetiva dos alunos. Picinini-Teixeira, Tostes e Gomes (2002) salientam a importância do uso de modelos didáticos para o ensino de genética molecular.

Dois trabalhos que apontam para o baixo entendimento dos conceitos em genética foram realizados por Lewis, Leach e Wood-Robinson (2000a, 2000b). Na primeira pesquisa, os autores realizaram um estudo que possibilitou avaliar o conhecimento e a compreensão, de uma população jovem (14-16 anos), acerca dos genes. A metade dos estudantes mostrou uma

compreensão geral boa de que genes influenciam nas características fenotípicas e alguma consciência que isto ocorre porque genes contêm ou provêm informação. O que parece faltar é uma compreensão básica do que é um gene, sua função básica, onde poderia ser achado e como se relaciona com as outras estruturas. Para alguns estudantes entrevistados, os genes e os cromossomos eram compostos de células.

É difícil ver como os estudantes com esta compreensão limitada de estruturas básicas e conceitos poderiam desenvolver uma compreensão de herança. De acordo com os autores, estes resultados explicam talvez por que muitos estudantes podem completar quadros de Punnet, mas têm dificuldade com o conceito de herança ligada ao sexo, que requer algum reconhecimento de que os genes ficam situados nos cromossomos.

Para compreender os processos de clonagem e engenharia genética, por exemplo, os estudantes precisarão ter consciência de que um gene é um segmento de DNA que especifica um produto particular, que um gene tem um local específico em um cromossomo (e assim é copiado a cada divisão da célula), e que o “idioma” que é usado para ler as instruções contidas no código genético, é universal - quer dizer, o mesmo “idioma” é usado por todos os seres vivos, quer sejam bactérias, baleias ou o próprio ser humano.

Na segunda pesquisa, Lewis, Leach e Wood-Robinson (2000b) relatam um estudo complementar da pesquisa anterior sobre a compreensão que estes mesmos jovens possuem sobre a continuidade da informação genética entre as células, dentro de um indivíduo. Muitos estudantes apresentaram a concepção de que células diferentes contêm diferentes informações genéticas, pois segundo eles as células com funções diferentes requerem informações diferentes. Em muitas respostas foi apresentado um raciocínio confuso, conflitante e incerto. Da análise da amostra, segundo os autores, está claro que uma proporção substancial não teve nenhuma visão coerente da relação genética entre as diferentes células de um indivíduo. Até mesmo entre os que apresentaram uma visão coerente e consistente, a exibição de uma compreensão científica correta foi muito pequena. A maioria não fez distinção entre célula somática e célula espermática

Se, no primeiro estudo, estes estudantes demonstravam pouca ou nenhuma compreensão das relações entre as estruturas (célula, cromossomo e gene), era de se esperar tais resultados. O entendimento limitado dos estudantes sobre o conjunto de conceitos básicos dificulta o desenvolvimento de uma explicação coerente do todo. Para os autores, uma possível explicação para tal é que o ensino tenha sido conduzido de forma fragmentada, não proporcionando assim, um vigaamento conceitual. Sem este vigaamento é difícil que estes estudantes entendam realmente o processo. Para a maioria dos alunos era comum que a informação genética dentro de uma célula fosse determinada pela estrutura, função ou até mesmo pela sua posição no organismo. Havia portanto uma incerteza geral sobre a natureza e o papel dos genes. Também ficou claro que poucos estudantes entenderam a distinção entre um gene (pedaço de DNA em um local específico no cromossomo) e a informação genética contida naquele gene (que determina, em interação com o meio, a natureza precisa do produto do gene). Sem esta compreensão é difícil prever que conceito de alelo poderiam ter estes estudantes, ou como eles poderiam entender a determinação das características genéticas, a relação entre cromossomos e genes e também reconhecer que um gene tem um localização física.

Geralmente, é reconhecido que muitos estudantes acham o tópico de herança difícil. Rosa (2000) salienta que isto se deve ao fato de que os processos de aquisição de conhecimentos formais sobre a transmissão e manifestação das características hereditárias, nos vários níveis de ensino, são amplamente permeáveis às representações construídas pelos alunos a partir de suas experiências de vida, no meio social, gerando muitas situações onde as interpretações pessoais se contrapõem às explicações científicas.

Manzke (1999) faz uma ampla discussão sobre os erros conceituais apresentados em alguns livros didáticos. A genética é discutida nas terceiras séries do ensino médio e seu estudo fica quase que restrito à genética mendeliana, prolongando-se no máximo até a polialelia e, talvez, herança ligada ao sexo. O ensino de genética, hoje, tem sua estrutura pautada na resolução de problemas referentes a primeira e a segunda leis mendelianas, bem como a temas ligados à expansão do mendelismo. O autor, ao referir-se aos livros didáticos de genética, salienta que “parece que os autores não conseguem explicitar o fato de que a estrutura cromossômica depende, em última análise, da própria estrutura molecular dos ácidos nucléicos” (Manzke, 1999, p.73). Portanto, se os professores quiserem apresentar algo mais aprofundado aos seus alunos, tem que recorrer a outras fontes bibliográficas.

O entendimento da relação entre as células, cromossomos, genes, ácidos nucléicos e relevância das proteínas dentro de um indivíduo é fundamental para uma compreensão de herança genética. São ensinados os conceitos que os alunos precisam ter para estabelecer as relações entre tópicos, que no currículo estão, muitas vezes, separados por meses ou anos. Por exemplo, no ensino médio, a divisão celular é tratada no primeiro ano e as leis mendelianas no terceiro ano (Manzke, 1999). Algumas das associações entre estes diferentes tópicos não são mostradas explicitamente. Dadas estas circunstâncias, a expectativa de que os alunos reunirão estas idéias desconectadas por eles mesmos e que terão uma compreensão coerente do todo é muito otimista.

Seria útil se professores preparados para ensinar herança, identificassem as idéias básicas explicitamente e as reunissem em um viga conceitual coerente pelo qual os alunos pudessem construir seu conhecimento, desenvolvendo a compreensão de herança genética. Estas idéias incluiriam o reconhecimento de que os cromossomos são os organizadores da informação genética; de que cada gene tem um local específico em um cromossomo específico; de que a duplicação de um cromossomo durante a divisão da célula reflete a replicação da molécula de DNA, que esta armazenou dentro daquele cromossomo; de uma distinção clara entre genes e informação genética. É importante, reconhecer, por exemplo, que genes podem ser ativados ou desativados de tempo em tempo de acordo com a necessidade; que a luz solar inclui a luz ultravioleta, que causa mutações e pode causar câncer de pele; que quando as pessoas são expostas à luz solar o gene envolvido na produção de melanina é ativado nas células da pele deles; a pele deles escurece (bronzeados); na ausência de luz solar é desativado o gene de melanina e o bronzeados enfraquece (Lewis, Leach e Wood-Robinson, 2000b).

O entendimento das implicações destas idéias poderia ser melhorado por uma recapitulação da divisão celular, na qual se focalizasse a proposição de cada tipo celular, em termos dos produtos e das informações genéticas que cada tipo produz. Também pela possibilidade da visualização das estruturas em questão, em seu conjunto.

Os livros didáticos introduzem o estudo da genética diretamente com a apresentação dos trabalhos de Mendel e sua história (Manzke, 1999). Quando se isola Mendel do contexto que possibilitou a realização de suas descobertas, como já foi discutido no primeiro capítulo, passa-se uma imagem mística da ciência genética, pressupondo que Mendel teve uma inspiração, criou suas leis e as comprovou através dos experimentos com ervilhas. Tal abordagem, ao começar e terminar com Mendel, pressupõe que a ciência genética se reduz à genética mendeliana. No entanto, existe um conhecimento acerca da hereditariedade “anterior ao mendelismo” e também “posterior ao mendelismo”.

Para que ocorra, de fato, alfabetização científica e tecnológica em genética, é necessário que sejam ultrapassados os fatores limitantes na atividade pedagógica que são: a abordagem fragmentada e descontextualizada dos tópicos, o livro didático como único recurso didático-metodológico e o estudo da genética mendeliana em detrimento da genética moderna. Tal superação pode estar associada a uma dinâmica de aula capaz de estimular o

interesse dos alunos, de instigá-los a resolver os problemas que devem emergir das próprias atividades, organizadas e orientadas pelo professor para a compreensão de um conceito e dos procedimentos envolvidos. Desta forma, irá ser proporcionado o confronto entre as concepções dos alunos e os conceitos científicos envolvidos no assunto que está sendo tratado, e a possibilidade também de inserção de temáticas atuais.

As representações da genética básica em uma amostra de discentes

Para mapear as representações da genética básica dos alunos concluintes do ensino médio da região de Cascavel/PR foi utilizado o método de questionário, por ser o mais rápido e garantir o anonimato dos pesquisados. Este envolveu um conjunto de questões com respostas de múltipla escolha e uma de desenho. Esta investigação foi utilizada para caracterizar uma amostra de discentes da rede pública de ensino de acordo com suas representações dos conceitos básicos referentes ao vigenento conceitual necessário ao entendimento da ciência da hereditariedade. Os conceitos levantados foram: informação genética, herança genética, código genético, divisão celular e localização física do gene.

Quanto à questão presença de informação genética nos diferentes grupos (vírus, bactérias, protozoários, fungos, vegetais e animais), os entrevistados poderiam assinalar quantas respostas julgassem corretas. Dos 59 entrevistados, 76,27% assinalaram que os animais possuem informação genética. No entanto, somente 8,47% dos entrevistados, assinalaram os vírus. Na ordem decrescente de repostas mais assinaladas, temos em primeiro lugar “animais”, seguido por “fungos”, “vegetais”, “protozoários”, “bactérias” e “vírus”. Estes resultado pressupõem que os alunos ainda têm uma visão de que os seres mais simples, como é o caso das bactérias e vírus não possuem informação genética. Nenhum entrevistado assinalou, nesta questão, a resposta correta, que seriam todos os grupos (Tab. 01).

TABABELA 01 - PRESENÇA DE INFORMAÇÃO GENÉTICA

Grupo	N.	%
vírus	5	8,47
bactérias	8	13,55
protozoários	13	22,03
fungos	14	23,72
vegetais	12	20,34
animais	45	76,27

Em relação à presença da informação genética para cor dos olhos em diferentes células, onde os entrevistados poderiam assinalar quantas alternativas quisessem, observamos que 50,85% responderam que células sexuais (espermatozóides e ovócitos secundários) possuem informação genética; células musculares e células nervosas não foram assinaladas por nenhum entrevistado. Isto aponta para o fato dos alunos ainda mantêm uma visão de que as informações genéticas para uma característica só se encontram nas células que manifestam a característica ou em células responsáveis pela transmissão hereditária (Tab. 02).

Quando interrogados sobre como nos seres humanos ocorre a passagem das informações genéticas de uma geração para outra, os entrevistados deveriam assinalar somente uma resposta. Assim, 38,98% responderam que esta transmissão é dada pela mistura de DNA materno com DNA paterno. Apenas um aluno assinalou a resposta correta “núcleo e citoplasma do ovócito secundário e núcleo do espermatozóide”. O resultado obtido revela uma grande divergência entre as representações dos alunos e os resultados das pesquisas

científicas realizadas. Entre as representações pode-se destacar a fusão do material genético na fecundação e a herança apenas nuclear (Tab. 3).

TABELA 02 - CÉLULAS COM PRESENÇA DA INFORMAÇÃO GENÉTICA PARA COR DE OLHOS

Alternativa	N.	%
sexuais	30	50,85
epiteliais	9	15,25
saguíneas	17	28,81
do olho	12	20,34
nervosas	0	0
musculares	0	0
do cabelo	3	5,08

TABELA 03 - PASSAGEM DA INFORMAÇÃO GENÉTICA DE UMA GERAÇÃO PARA OUTRA

Alternativa	N.	%
mistura de DNA materno com DNA paterno	23	38,98
núcleo e citoplasma do ovócito secundário e núcleo do espermatozóide	1	1,7
pelo sangue	12	20,34
está restrita ao núcleo dos gametas	1	1,7
fusão do DNA materno com o DNA paterno	22	37,29

Na questão referente à universalidade do código genético, novamente os alunos deveriam assinalar somente uma resposta. Das 59 respostas, 33,89% foram que esta fita de DNA pode ser encontrada somente em animais e vegetais. Cerca de 28,81% que só pode ser encontrada em seres humanos e somente 13,56% responderam que uma fita de DNA como a exemplificada pode ser encontrada em bactérias, protozoários, fungos, vegetais e animais (a resposta correta). Este resultado mostra discordância em relação aos conhecimentos atuais sobre genética (Tab. 04).

TABELA 04 - UMA FITA DE DNA COMO ESTA: – A G A A C T – PODE SER ENCONTRADA:
– T C T T G A –

Alternativa	Número	%
somente em seres humanos	17	28,81
somente em animais	7	11,86
somente em animais e vegetais	20	33,89
em bactérias, protozoários, fungos, vegetais e animais	8	13,56
em bactérias, protozoários, fungos, vegetais, animais e qualquer tipo de vírus	7	11,86

Quanto à questão “Após a meiose, o número de cromossomos:”, os entrevistados deveriam assinalar somente uma resposta. Do total de 59 respostas, aproximadamente, 49,15% assinalaram que o número de cromossomos duplica. A resposta correta – “é reduzido à metade” – foi assinalada por cerca de 22,03% (Tab. 05).

Quanto à solicitação de um desenho que representasse as estruturas: célula, cromossomo, núcleo, DNA, gene, apontando os nomes das mesmas. Colocou-se a observação de que as dimensões de tamanho não deveriam ser consideradas. Dos entrevistados, 18,64%

não desenhavam. Cerca de 10,17% representaram apenas uma ou duas estruturas. Todas as representações apresentavam incorreções, do ponto de vista científico. Analisando os desenhos, pode-se constatar que os alunos participantes apresentaram pouco ou nenhum conhecimento a respeito das relações entre estruturas solicitadas, ou seja, desconheciam a localização física da informação gênica.

TABELA 05 - APÓS A MEIOSE, O NÚMERO DE CROMOSSOMOS DE UMA CÉLULA

Alternativa	Número	%
é reduzido a um quarto	1	1,7
duplica	29	49,15
é reduzido à metade	13	22,03
permanece constante	11	18,64
triplica	5	8,47

Em nenhuma das questões o número de respostas corretas foi superior a 25%. Obviamente, os alunos da amostra, possuem um conhecimento bem aquém do necessário para serem considerados alfabetizados cientificamente e tecnicamente em genética. Conseqüentemente, é imprescindível que se faça uma análise mais detalhada da situação do ensino de genética na região que foi objeto de pesquisa com o objetivo de revisar o atual sistema e contribuir para a promoção das melhorias necessárias.

Considerações finais

Embora pesquisas na área de ensino de genética apontem deficiências, a expectativa é a de que os conceitos necessários para a compreensão dos novos rumos da genética sejam adquiridos na sala de aula, através de práticas que contemplem a investigação científica e o estudo dos problemas atuais para discussão dos aspectos éticos relacionados.

Sem uma alfabetização científica correta, a genética, bem como as outras áreas da ciência, vão permanecer, nos termos de Kuhn (1978), como produção esotérica, de um grupo de especialistas, na qual as pessoas "comuns" não podem interferir e que têm que aceitar como algo inevitável.

Referências Bibliográficas

AYUSO, G. E.; BANET, E. Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, **20** (1). 2002. p. 133-157.

BIZZO, N. Concepções de herança de pacientes e familiares de serviços de aconselhamento genético. **Coletânea VII Encontro "Perspectivas do Ensino de Biologia" e I Simpósio Latino-Americano da IOESTE**. FEUSP, São Paulo.2000. p.529-533.

BRANDÃO, R. L.; ACEDO, M. D. P. Modelos didáticos em genética: a regulação da expressão do operon de lactose em bactérias. **Genetics and Molecular Biology**. **23** (3): 2000. p.179.

BUGALLO RODRIGUEZ, A. La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**. **13** (3): 1995. p. 379-385

FOUREZ, G. **Alfabetización científica et technique**. Bruxelas, De Boeck, 1994.

GRIFFITHS, A. J. F. What does the public really need about genetics. **Am. J. Hum. Genet.** **52**.1993. p. 230-232.

JANNES, C. E.; REZENDE, A. C. R.; VIEIRA, I.L. C. M. Trabalhando a hereditariedade: uma proposta de estudo para o ensino fundamental. **Coletânea VII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia” e I Simpósio Latino-Americano da IOESTE**. FEUSP, São Paulo.2000. p.763-764.

JUSTINA, L. A. D. **Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade**. Dissertação de Mestrado / UFSC, 2001.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva,1978.

LEWIS, J., LEACH, J.; WOOD-ROBINSON. All in the genes? – young people’s understanding of the nature of genes. **Journal of Biological Education.** **34** (2). 2000a. p. 74-79.

LEWIS, J., LEACH, J.; WOOD-ROBINSON. What’s in a cell? – young people’s understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. **Journal of Biological Education.** **34** (3). 2000b. p. 129-132.

MACIEL et alli. Estudo dirigido sobre o papel do RNA no controle da síntese de proteínas. **Coletânea VII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia” e I Simpósio Latino-Americano da IOESTE**. FEUSP, São Paulo.2000. p.833-836.

MALAGUTH, I. F.; JANNES, C. E.; PEREIRA, J. E. D. Ciência crítica e a genética dos livros didáticos. **Coletânea do VI Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”**. FEUSP. São Paulo. 1997. p. 102-105

MANZKE, V. H. B., **Aspectos da interação entre o professor de biologia e o livro didático no ensino de genética, na cidade de Pelotas, RS**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 1999.

MELLO, C. M.; MOTOKANE, M. T.; TRIVELATO, S. L. F. Ensino de genética: uma proposta inovadora. **Coletânea do VI Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”**. FEUSP. São Paulo. 1997. P. 376-377.

NERY, F. C.; RODRIGUEZ, M. B. Modelos didáticos em genética: uma abordagem concreta. **Genetics and Molecular Biology**, **21** (3).1998. p.394.

PICININI-TEIXEIRA, M. L.; TOSTES, B. L.; GOMES, E. A. O ensino da genética e a construção de modelos. **Coletânea do 48 Congresso Nacional de Genética**. São Paulo. 2002. 1 CD.

RESNIK, T. O desenvolvimento do conceito de gene e sua apropriação nos livros didáticos de biologia. **Coletânea do VI Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”**. FEUSP. São Paulo. 1997. p. 105-109.

ROSA, V. L. **Genética humana e sociedade: conhecimentos, significados e atitudes sobre a ciência da hereditariedade na formação de profissionais da saúde**. Tese de doutorado, Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PHOENIX, D. A. The science of millennium. **Journal of Biological Education**, **34** (3). 2000. p.115-116.

VALADARES, B. L. B. Utilização de modelos didáticos para demonstrar recombinações e alterações na estrutura cromossômica. **Genetics and Molecular Biology**, **21** (3).1999. p.797.

WOOD-ROBINSON et alli. Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, **16** (1). 1998. p.43-61.

^[1] Professora Assistente do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Unioeste - Campus Cascavel/PR. E-mail: ldella@unioeste.br.

^[2] Discente do Curso de Ciências Biológicas da Unioeste – Campus Cascavel/PR. E-mail: jorge_rippel@yahoo.com.br