0610001325

Número de chamada
Clas. T/UNESP
PHA 0732c
Tombo n.º 1.32

unesp **Universidade Estadual Paulista**

Faculdade de Ciências
Campus de Bauru
Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência

Juliana Cristina Fabre Borges

BIBLIOTECA - UNESP - CAMPUS BAURU

T. 1. 325

Conceito de hereditariedade: Diferentes concepções no interior do contexto social

Bauru – 2004

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

CAPES: 90201000
Ensino de ciências e matemática

unesp Universidade Estadual Paulista

Faculdade de Ciências
Campus de Bauru

CONCEITO DE HEREDITARIEDADE: DIFERENTES CONCEPÇÕES NO INTERIOR DO CONTEXTO SOCIAL

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquira Filho", Campus de Bauru, para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências).

Orientador: Profª Drª Ana Maria de Andrade Caldeira

Bauru - 2004

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Ficha catalográfica elaborada por
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Bauru

Borges, Juliane Cristina Fabre
Conceito de hereditariedade: diferentes concepções no interior do contexto social / Juliane Cristina Fabre Borges. - - Bauru : [s.n.], 2004
103 f.

Orientadora: Ana Maria de Andrade Caldeira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, 2004

1. Ensino de ciências. 2. Genética. 3. História da ciência. I – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II - Título.

JULIANE CRISTINA FABRE BORGES

CONCEITO DE HEREDITARIEDADE: DIFERENTES CONCEPÇÕES NO INTERIOR DO CONTEXTO SOCIAL

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquira Filho", Campus de Bauru, para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências).

Banca Examinadora:

Presidente: Profª Drª Ana Maria de Andrade Caldeira
Instituição: UNESP – Bauru

Titular: Profª Drª Maria Leine Guion de Almeida
Instituição: USP – Bauru

Titular: Prof. Dr. Jehud Bertolozzi
Instituição: UNESP – Bauru

Bauru, 26 de outubro de 2004.

Aos meus pais, marido e filha

pela paciência e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais aos meus amados pais, Antonio e Margarida, pelo apoio, amor e carinho. Por serem um porto seguro onde posso descansar, obrigada.

Agradeço ao meu marido, Geraldo e a minha encantadora filha, Giovana, pela paciência, amor e pela compreensão nas horas de ausência.

Agradeço à professora Drª Ana Maria de Andrade Caldeira por oportunizar a realização de um sonho, de uma conquista grandiosa. Ao constante apoio e cuidadosa orientação.

Agradeço à professora Drª Maria Leine Guion de Almeida pelos ensinamentos desenvolvidos durante toda a rotina no HRAC-USP.

Agradecimentos aos colegas do curso de Pós-Graduação em Educação para a Ciência pela amizade que ficará para sempre guardada em meu coração.

Agradecimentos a todos de Departamento de Pós-Graduação em Educação para a a Ciência da Unesp-Bauru, tenho certeza de que aprendi muito com cada um de vocês.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desse trabalho meu muito obrigada.

BORGES, J. C. F. **Conceito de hereditariedade: diferentes concepções no interior do contexto social,** 2004. 101f. (Dissertação em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

RESUMO

As diferentes concepções dos conceitos científicos relacionados ao estudo da genética mostram-nos que ocorre uma deficiência na formação e divulgação do conceito na população de maneira geral. Enfocando os conceitos de genético e hereditário foram elaboradas entrevistas com professores, alunos e integrantes da sociedade em geral para verificar as concepções desses indivíduos. Além disso, buscamos analisar como os livros didáticos influenciam nesse processo. A história da ciência pode nos dar suporte para um melhor entendimento da formação desses conceitos. A pesquisa constitui-se dos seguintes momentos: (1) levantamento histórico da construção dos conceitos em genética; (2) análise documental sobre a utilização do livro didático; (3) análise de material didático; (4) entrevistas com professores da Rede Estadual de Ensino, alunos do Ensino Médio e integrantes da sociedade em geral; (5) análise dos dados obtidos. Os resultados obtidos e a análise dos mesmos evidenciam que: (1) o ensino de genética descontextualizado com estudo linear e seqüencial implica em dificuldades de aprendizagem; (2) o senso comum está intimamente relacionado com as explicações fornecidas pelos alunos; (3) a falta de síntese dos conteúdos é outro fator limitante a aprendizagem e (4) o papel da história da ciência é fundamental para formação de conceitos científicos.

Palavras-chave: Ensino de ciência, Genética, História da ciência, Hereditariedade.

BORGES, J. C. F. **Conceito de hereditariedade: diferentes concepções no interior do contexto social,** 2004. 100f. Dissertação em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

ABSTRACT

The different conceptions of the related scientific concepts to the study of the genetic show us that it occurs a deficiency in the formation and spreading of the concept in the population in general way. Focusing the concepts of genetic and hereditary interviews with integrant professors, pupils and of the society in general to verify the conceptions of these individuals had been elaborated. Moreover, we search to analyze as the didactic books influence in this process. The Science History can in giving support to them for one better agreement of the formation of these concepts. The research consists of the following moments: (1) historical survey of the construction of the concepts in genetics; (2) bibliographical Analysis on the use of the didactic book and the scientific spreading; (3) Analysis of didactic material; (4) interviews with professors of Public School, pupils of High School and the integrant society in general; (5) Analysis of the gotten data. The gotten results and analyze it of the same ones evidence that: (1) the genetic teaching don't contexture with linear and sequential study implies in learning difficulties; (2) the common sense intimately is related with the explanations supplied for the pupils; (3) the lack of synthesis of the contents is another factor of restrict the learning and (4) the paper of the Science History is basic for formation of scientific concepts.

Key Words: Science Education, Genetics, Science History, Hereditary succession.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadro das categorias para análise dos Conteúdos Teóricos nos livros didáticos

Tabela 2 – Quadro das categorias utilizadas para a avaliação de Recursos Visuais nos livros didáticos

Tabela 3 – Quadro utilizado para analisar as Atividades Propostas nos livros didáticos

Tabela 4 – Categorias referentes as respostas extraídas da primeira pergunta da entrevista com os professores.

Tabela 5 – Categorias referentes as respostas dos professores a segunda questão da entrevista.

Tabela 6 – Categorias relacionadas as respostas dos professores à terceira questão da entrevista.

Tabela 7 – Respostas dos professores a quarta questão da entrevista

Tabela 8 – Respostas dos alunos para a questão número um (múltipla escolha)

Tabela 9 – Categorias referentes as justificativas sa questão número um.

Tabela 10 – Categorias referentes as respostas encontradas na segunda questão da entrevista com os alunos.

Tabela 11 – Doenças genéticas relatadas pelos alunos do Ensino Médio.

Tabela 12 – Categorias referentes à questão quatro: Onde você obteve essas informações?

Tabela 13 – Categorias referentes a segunda etapa da sexta questão.

Tabela 14 – Categorias relacionadas a sexta questão da entrevista com alunos do Ensino Médio.

Tabela 15 – Categorias das respostas obtidas na primeira questão da entrevista com cidadãos.

Tabela 16 – Categorias referentes as respostas obtidas na segunda questão da entrevista com cidadãos.

Tabela 17 – Categorias extraídas das respostas da terceira questão da entrevista.

Tabela 18 – Categorias referentes a quarta questão da entrevista.

Tabela 19 – Categorias referentes ao estudo de genética na educação formal.

Tabela 20 – Categorias relacionadas a que os entrevistados se recordam de genética.

SUMÁRIO

RESUMO 5

ABSTRACT 6

INTRODUÇÃO 9

CAPÍTULO I - O caminho da pesquisa em Genética 13

CAPÍTULO II - O conhecimento cientifico e o contexto social 31

1. Produção de conhecimento científico 31

2. O livro didático no Ensino de Ciências 37

CAPÍTULO III – Metodologia da pesquisa 42

1. Analise documental 45

2. Entrevistas 59

CAPÍTULO IV - Discussão 83

CAPÍTULO V - Considerações finais 90

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 94

APÊNDICES

A – Roteiro de entrevista aplicado aos professores da Rede Estadual de Ensino 101

B – Roteiro de entrevista aplicado a população de maneira geral 102

C – Roteiro de entrevista aplicado aos alunos da Rede Estadual de Ensino 103

INTRODUÇÃO

Quando Darwin publicou a teoria de Evolução das espécies havia acumulado grande quantidade de dados e exemplos para corroborar a sua teoria, mas ainda faltava algo que viesse do interior dos organismos para explicá-la de forma completa. Qual seria o mecanismo que explicaria a seleção natural das espécies? O que leva os indivíduos de uma mesma espécie a ter diferenças individuais? Essas respostas só foram realizadas através do estudo da Genética, iniciada, de maneira sistemática, por Mendel.

O conhecimento do material genético e de seu funcionamento demonstraram, evidentemente, como os indivíduos transmitem suas características e como surgem as diferenças individuais, estabelecendo assim as bases da genética, como ciência.

A genética é considerada como uma das áreas centrais das ciências biológicas, portanto, de fundamental importância para entendimento de outros ramos da biologia. Através de seu estudo podemos entender vários fenômenos fisiológicos devido a sua importância como ciência, possibilitando pesquisas sobre a transmissão de características

biológicas e sobre diferenciação de tecidos e como o impacto dessas pesquisas se manifesta vida do ser humano.

Dos diversos olhares que podemos ter em relação ao estudo da genética, um que nos chama atenção é a necessidade que a população tem em compreender as novas tecnologias de pesquisa na área, que estão cotidianamente lançadas na mídia. Para compreender os mecanismos relacionados a essas novas tecnologias o educando e a população necessitam compreender conceitos básicos de genética, tais como: gene, cromossomo, ácidos nucléicos, entre outros. (Justina e Rippel, 2003).

Esse entendimento de genética se torna fundamental quando analisamos famílias onde ocorrem casos de anomalias genéticas. A compreensão elementar da ciência é imprescindível para o entendimento dos mecanismos de herança, a probabilidade de recorrência entre outros fatores que são transmitidos às famílias durante as consultas de aconselhamento genético.

Segundo Justina e Rippel (2003) 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 e para o cidadão, uma ampliação das possibilidades de sua compreensão de mundo e de participação efetiva neste.

A genética surgiu muito antes de Mendel, como demonstraremos no capitulo I desse trabalho, porém através dos trabalhos de Mendel que ela foi sistematizada e com os de Morgan que essa ciência tomou impulso. Com os estudos da D*rosofila melanogaster*, Morgan aproximou os resultados mendelianos ao fenômeno da mutação.

Contudo, somente em 1953 Watson e Crick elucidaram a dupla hélice que compunha o DNA. Desde então, o caminhar da genética não mais parou. Os avanços tecnológicos permitiram investigar o genoma humano, mas ainda existe um longo caminho a ser trilhado para que todas as facetas do código genético sejam desvendadas.

Para uma visão abrangente dos mecanismos hereditários e como esses são compreendidos, no capitulo II analisamos materiais didáticos que são freqüentemente utilizados por professores da Rede Estadual de Ensino. Nesse capítulo investigamos como os livros didáticos tratam as questões relacionadas à hereditariedade.

No capítulo III buscamos informações, através de entrevistas com professores da Rede Estadual de Ensino, alunos do Ensino Médio e cidadãos que passaram pela escolaridade básica e também com uma análise documental de livros didáticos de Ciências e Biologia para verificar como os conceitos, relacionados com genética, estão presentes nesses indivíduos.

Demonstramos nas discussões como ocorre interação entre a formação dos conceitos durante as aulas com auxílio do livro didático, que é ministrado pelos professores e de que forma os alunos interpretam essas informações e como podemos intervir na formação do mesmo.

Nas considerações finais salientamos as dificuldades encontradas por professores e alunos da Rede Estadual de Ensino em compreender o tema abordado. Verificamos, também, o livro didático e sua influência e o papel da ciência na sociedade em que estamos inseridos.

unesp

Buscamos nesse trabalho entender como os conceitos de hereditário e genético são ministrados e compreendidos pelos professores, alunos e como são encontrados nos livros didáticos analisados.

Objetivos

Este estudo tem como objetivos principais:

- Investigar, com auxílio de entrevistas, quais os conhecimentos científicos da área de genética são necessários para a compreensão do conceito de hereditariedade.
- Reconhecer e analisar o desenvolvimento das pesquisas em genética, baseado na história da ciência, bem como, essas experiências e descobertas cientificas podem influenciam na aprendizagem.
- Verificar como a concepção de termos da área da genética é compreendida por professores, alunos e integrantes da comunidade e salientar como esses termos são fundamentais para o convívio do individuo na sociedade em geral.
- Verificar como professores e alunos interagem na formação do conceito de hereditariedade.
- Observar como a educação formal e não formal podem ajudar ou não, no processo construção de conceitos científicos pela população em geral.

CAPITULO I

O CAMINHO DA PESQUISA EM GENÉTICA

O homem sempre demonstrou interesse e curiosidade sobre os fenômenos da vida, principalmente, aqueles relacionados à hereditariedade. A genética tem como ponto de partida as semelhanças familiares. A história da genética e o conceito de gene é um dos mais notáveis capítulos da historia da ciência.

Desde Mendel até Watson e Crick e tantos outros nomes da genética moderna, interpretar as regras do complexo sistema da hereditariedade, levou, e ainda conduz, a muito mais do que meramente uma ciência biológica, mas a uma integração da química, física e matemática.

Para atingir essa complexidade os cientistas trabalharam com animais e plantas facilmente manipuláveis, elaborando assim, leis básicas da hereditariedade. Hoje, milhares de caracteres hereditários já foram estudados, o que permitiu, no decorrer da história da ciência, a formulação do conceito de gene e, formando assim, o elo entre a evolução e a fisiologia.

A primeira hipótese sobre hereditariedade noticiada foi idealizada pelo grego Hipócrates (410 a.C.). Nesta hipótese cada parte do organismo produziria gêmulas (partículas hereditárias) que seriam as responsáveis pelas características do novo ser vivo. Essas gêmulas migrariam para o sêmen e através da concepção dariam origem a um novo ser.

Com Aristóteles (384 a 322 a.C.) essa teoria foi contestada. Aristóteles desenvolveu uma obra complexa sobre biologia, classificou diversas espécies, estudou a estrutura anatômica dos animais e embriologia. Para ele, a teoria de Hipócrates não explicaria o fato de uma pessoa herdar características presentes no seu avô. Mas, então qual seria na visão de Aristóteles da contribuição de cada progenitor para a geração? Para Aristóteles as partes do corpo são invólucros produzidos que o germe fabrica para si mesmo, sendo suficiente o sêmen provir da parte criativa *como a obra provem do obreiro e não do material por este trabalhado. Por que não dizer que as características do sêmen tornam possível extrair dele sangue e carne, em vez de dizermos ser ele próprio sangue e carne?* Com essas indagações Aristóteles refuta a teoria da Pangênese.

Na Idade Média, a área das ciências biológicas que mais floresceu foi à medicina voltada ao tratamento das moléstias, medicamentos, anatomia e cirurgia. Foram notados, na Europa Medieval, grandes avanços em diversas áreas influenciados por diversas culturas.

Lentes únicas eram usadas desde o século XV e Robert Hooke (1665) descreveu alvéolos na cortiça e os nomeia célula (diminutivo de cela que significa espaço vazio). Em 1670, Anton Van Leeuwenhoek despertou curiosidade ao infinitamente pequeno quando desenvolveu lentes mais potentes (conjunto de lentes). O próprio Leeuwenhoek descreveu pela primeira vez os glóbulos vermelhos do sangue (1673). Malpighi e Grew no final do século XVII observaram vesículas que estruturam o tecido das plantas e Louis Hamm (1677) revelou a presença de espermatozóides no líquido seminal. Os biólogos melhoraram a estrutura do microscópio através do uso de jogos de lentes, e a partir dessas observações as descobertas se acumularam, mas sem interpretações, elas já continham o germe da teoria celular que hibernou por dois séculos uma vez que o campo intelectual não está pronto para tanto.

Até então a hereditariedade se resumia à curiosidade e observação de um fascínio evidente para o homem, tratando-se da sua ou dos seres vivos que o rodeiam. Durante séculos acreditou-se que os elementos que se misturavam durante a reprodução sexuada estavam contidos no sangue. O mais surpreendente é que o homem fazia genética há muito tempo sem saber, cruzar espécies para criação de animais ou de plantas na agricultura foi bastante utilizada ditada pela necessidade, pelo interesse ou pela curiosidade. Foi pelo interesse pela fecundação artificial das plantas que botânicos como o alemão Joseph Gottlieb Koelreuter (em meados de 1750) foram os precursores, involuntários, da ciência da hereditariedade, ou por outras palavras, da genética. Koelreuter, professor do Jardim Botânico de Karlsruhe, estudou plantas híbridas e efetuou várias experiências que Mendel iria refazer.

No contexto de grandes descobertas do século XIX, em 1831 Brown descobriu o núcleo. Mulder, em 1938, descreveu que as proteínas eram sem dúvida o componente mais importante dentre os conhecidos da matéria viva e que, na sua ausência, qualquer vida era impossível.

Em 1839 Mathias J. Schleiden e Theodor Schwann fizeram a primeira descrição de células, formulando assim o primórdio da teoria celular. Nessa época, a bioquímica e a genética tomaram impulso. O começo do século XIX assistiu a descoberta do principal constituinte das células animais e vegetais: as proteínas. Em 1858, Rudolf Virchow afirmou que as células são o elo na cadeia de formação de constituição dos órgãos e tecidos.

Contudo, todos concordamos que a genética nasceu, efetivamente, com Mendel em 1866. O monge austríaco Gregor Mendel (1822 - 1884) estudava plantas, como seus predecessores, mas tinha vantagens sobre estes últimos: habituado a cálculos matemáticos sabia quantificar as suas observações e trabalhando com linhagens puras seus experimentos obtiveram melhores resultados. No jardim do mosteiro dedicou sua vida ao estudo do cruzamento de ervilhas e a estabelecer a freqüência, segundo a qual, os caracteres se manifestavam na primeira e segunda geração. Constatou a uniformidade dos híbridos da primeira geração e deduziu a lei "da pureza dos gametas". Mendel também observa na segunda geração que os caracteres parentais reapareciam seguindo proporções estatísticas previsíveis. Essa observação levou Mendel a perceber que um indivíduo é formado por dois "elementos" hereditários (um fornecido pela mãe outro pelo pai) estes elementos não se misturavam na planta resultante da fecundação (F1) e, portanto poderiam ser transmitidos de forma independente para as gerações seguintes. Com Mendel, segundo François Jacob (1970), os fenômenos da biologia adquirem subitamente o rigor da matemática. É toda uma

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

lógica interna que impõe à hereditariedade a metodologia, o tratamento estatístico e a representação simbólica. Contudo, apesar das publicações de Mendel, seus relatórios e resultados da sua experiência em duas memórias da Sociedade de História Natural de Brünn, em 1866, suas descobertas ficam relegadas ao esquecimento até 1900.

Se o caminho da ciência não fosse tão incerto, a lógica teria requerido que, no decorrer do final do século XIX, tivesse sido estabelecida a relação entre os "elementos" mendelianos e a "substância" que um jovem químico suíço, Friederich Miescher tinha isolado no núcleo dos glóbulos brancos, em 1869, que ele denomina nucleína que Altman, vinte anos depois, determina a natureza química dessa nucleína – é um ácido nucléico, mas ainda nenhum papel lhe é atribuído. A ciência esperaria mais 50 anos para desvendar a função dessa descoberta.

Nos anos que se seguem M. Bateson e L. Cuénot demonstraram que as leis de Mendel também eram aplicáveis a transmissão de caracteres no mundo animal.

Em 1870, Flemming aperfeiçoou corantes que revelaram estruturas celulares e, em 1879, identificou um material filiforme no núcleo da célula que ele denominou cromatina. Flemming (1882) descreveu o processo da divisão celular: a mitose, fenômeno pelo qual uma célula, ao se dividir, gera duas novas células idênticas.

Em 1888 Wilhem Waldeyer observou que são os filamentos de cromatina que, ao se espessarem, formam bastonetes que ele batizou de cromossomos. Em 1890 Theodor Boveri e Walter Sutton descrevem a organização em pares dos cromossomos, assim como o que lhes ocorre na divisão celular. Auguste Weissman escreveu, em 1892, "a própria essência da hereditariedade é a transmissão de uma substância nuclear que tem uma estrutura

molecular específica", ele atribuiu a esta estrutura, ainda desconhecida, a capacidade de produzir um indivíduo da mesma espécie.

Em 1900 Hugo de Vries, Carl Correns e Eric Von Tschermak redescobrem independentemente as leis de Mendel. De Vries evidencia variações hereditárias importantes nas plantas e mostra que essas mutações explicam o surgimento de novas espécies. Todas essas descobertas demarcam o "pano de fundo" para a teoria cromossômica da hereditariedade.

Garrot (1901) ao analisar o metabolismo de dois compostos, a fenilalanina e a tirosina, em pessoas sofrendo de doenças hereditárias, formulou a hipótese de que deveria haver uma relação entre as ciências da hereditariedade e a bioquímica. Mas essa hipótese levou muito tempo para ser verificada.

Foi em 1902 que Theodor Boveri e Walter Sutton desenvolveram com base na citologia e nas Leis de Mendel a teoria cromossômica da hereditariedade e, em 1908 Morgan iniciou seu trabalho com a *Drosofila*.

Assim, consideramos, que o desenvolvimento da genética no século XX tem como um de seus principais representantes Thomas Hunt Morgan, considerado hoje como um dos maiores sábios da genética, e quem estabeleceu esta teoria sobre bases experimentais indiscutíveis. Atraído desde o início da sua carreira pela embriologia é sobre o estudo dos cromossomos da mosca do vinagre, a *Drosofila*, que seus trabalhos intensificaram-se e seus resultados foram conhecidos como obra fundadora da genética moderna.

Os trabalhos nesse período visavam a explicação da mutação e os cientistas se dividiam em dois grandes grupos: os que diziam que a evolução acontecia em saltos e

outros que diziam que a evolução era gradual. Ambos usaram a mutação para tentar explicar suas teorias.

Levene (1909) identificou corretamente a ribose como açúcar de acido ribonucléico, porém Levene e muitos de seus colegas estavam convencidos de que as moléculas de proteínas, e não o DNA, eram responsáveis pelas informações genéticas necessárias para o desenvolvimento dos seres vivos. Para Levene e seus colegas do Instituto Rockfeller, o DNA era um arranjo monótono e repetitivo de subunidades, chamadas nucleotídeos, dos quais três elementos distintos são quimicamente conhecidos. Essa substância é uma molécula simples, pequena e com massa molar muito menor que as proteínas conhecidas e que não tem as dimensões requeridas para desempenhar um papel importante em genética. Os bioquímicos que nessa época se propuseram a trabalhar com ácidos nucléicos que foram considerados como moléculas pouco importantes, cujo papel era provavelmente metabólico, mas certamente não tinha nenhuma ligação com a hereditariedade.

Herman Nilsson-Ehle (1873-1949) desenvolveu pesquisas, entre 1900 e 1939, com trigo e outras plantas reafirmando os princípios mendelianos e alguns novos conceitos sobre mutação.

Eduard M. East (1879-1938) iniciou por volta de 1900 pesquisas com pés de tabaco e concluiu que as mutações ocorriam espontaneamente e eram responsáveis pelas diferenças individuais ao longo das gerações. Essa mutação demonstrou-se fundamental no processo de seleção natural.

Thomas Hunt Morgan (1910) estudou as mutações que envolviam a cor dos olhos em *Drosofilas*. O resultado desse experimento o conduziu a realizar uma aproximação entre o trabalho de Mendel e o fenômeno da mutação. Morgan propôs que a mutação afetava

realmente os fatores mendelianos e que esses últimos (denominados genes por Wilhelm Johannsen em 1909) estão dispostos linearmente nos cromossomos.

Morgan também descobriu um meio para determinar em que ordem os genes estavam dispostos e a que distância relativa se encontrava uns dos outros, o que permitiu o estabelecimento dos primeiros mapas cromossômicos. Porém, durante seus experimentos Morgan observou que alguns caracteres não se segregavam de acordo com as leis de Mendel. Procurando explicar essas observações, Morgan e seus colaboradores, descobriram então o fenômeno chamado crossing-over. Em 1915 Morgan e seus colaboradores publicaram "The mechanism of Mendelian Hereditary" corroborando os dados mendelianos acrescentando informações sobre as mutações.

A contribuição de Morgan e de sua escola está centrada, de certa maneira, na elaboração de uma simbologia geométrica em relação ao gene, facilitando assim a localização destes. Mas, para localizar um gene, é preciso caracterizar acontecimentos mutacionais que lhes correspondam. Como precisamos das mutações e elas ocorrem ao acaso, estaríamos sempre em busca das naturais o que dificultaria o trabalho dos estudiosos em genética, inclusive Morgan. Mas um colaborador de Morgan, Muller descobriu a mutagênese provocada por raios-X, assim o estudo genético da drosofila, a partir de 1927, ganhou novos impulsos, podendo "provocar" mutações os cientistas podem analisar os mecanismos genéticos. Graças a Morgan, a era da topologia genética atinge o cume, chegou-se a uma definição puramente operacional do gene que permitiu eliminar o contexto "metafísico". O gene representa, a partir de agora, simultaneamente, a unidade de mutação e de recombinação. A mutação, ao fornecer o sinal observável do gene alterado, permitiu revelar indiretamente a sua existência. Quanto à recombinação, se deu uma informação

precisa sobre a localização de um gene particular em relação aos outros. A genética, graças a Morgan, caminhou para o formalismo "daqui a diante é uma verdadeira matemática o que os biólogos elaboram. No entanto, continua a ignorar-se tudo sobre o mecanismo que conduz do gene ao caráter por ele determinado". (Gros, 1.991).

Fred Griffith (1928) trabalhava como patologista e descobriu duas formas nos pneumococos de seu estudo e, percebeu também, que esses pneumococos passavam de uma forma avirulenta para uma forma virulenta pela simples modificação de sua membrana (por causa de seu material genético), porem Griffith não percebeu de forma clara o que havia observado, tanto que hesitou em publicar os resultados.

Pouco antes de 1930, Dawson confirmou as observações de Griffith, melhorando as condições experimentais e tendo a colaboração de outro médico J. L. Alloway que purificou uma substância viscosa e insolúvel extraída dos pneumococos. Sem suspeitar, acabava de, pela primeira vez, purificar por via bioquímica o material genético de uma célula.

No mesmo ano, 1930, Ronald Fischer publicava *"The genetical theory of natural selection"* demonstrando que as mudanças ocorrem de forma lenta, mas, constante, nos genes e cromossomos e este fato explicaria a evolução darwiniana. A biologia molecular não tinha ainda surgido, por isso era impossível descrever com precisão o processo de atividade de um gene. Sendo assim considerou-se primeiro a genética *fisiológica*: tratava-se de relacionar o papel dos genes com os conhecimentos bioquímicos da época e particularmente com a fisiologia celular. Foram os trabalhos de M. Ouslow (1925) e, depois, o de Bleadle e Ephrussi (1935) que permitiram uma abordagem experimental ao

mecanismo de ação bioquímico dos genes, mostrando que um gene afeta uma etapa fisiológica particular.

De fato só se progrediu de maneira decisiva no conhecimento das relações possíveis entre um gene e seu produto (a proteína) a partir do momento em que se descobriu que, nos protozoários, nas bactérias e nos fungos inferiores o esquema estrutural do patrimônio hereditário era idêntico ao dos organismos superiores. É principalmente a descoberta dos "mutantes bioquímicos" nos microrganismos e nos eucariontes inferiores que permitiu sustentar as observações e sistematizá-las sob a forma de uma equação que faz imediato furor: "um gene – uma enzima". Contudo apenas Beadle e Tatum, (1941) que puderam prosseguir suas pesquisas durante a II Guerra Mundial conseguiram concluir e demonstrar a teoria "um gene – uma enzima". Com esses trabalhos e com o impulso da genética metabólica podemos dizer que o conceito de gene como "unidade de função" estava bem solidificada.

Na época, o cromossomo aparece como um agrupamento de genes ligados por uma substância não genética e, portanto a mutação ocorre dentro do gene. Porém foi com o estudo da cor dos olhos da *Drosofila* que se observou o fenômeno do *crossing over*, relatando assim que o gene é divisível em múltiplos elementos de recombinação. Essas observações conduziram à idéia de que os genes eram, na realidade, segmentos cromossômicos delimitados, compostos por elementos recombináveis.

Em 1943 Avery, McLeod e McCarthy submetem o seu manuscrito a comunidade científica. A publicação é feita em 1944 onde é dito com todas as letras "que a fração ativa consiste essencialmente, se não exclusivamente, numa forma viscosa, altamente polimerizada, de ácido desoxirribonucléico".

A partir de 1945 com Harriet Taylor e Rollin D. Hotchkiss multiplicaram-se os aperfeiçoamentos experimentais que irão trazer as confirmações que faltavam as observações de Avery. Surge pouco a pouco a convicção de que as células não contêm um só, mas uma grande variedade de tipos de DNA, que não se distinguem apenas ao nível químico, mas também pela sua capacidade de causar transformação. Começa então a haver terreno para relacionar os mecanismos da hereditariedade à bioquímica dos ácidos nucléicos.

Todas as descobertas cientificas evidenciadas suscitaram os cientistas da época a interrogar-se sobre as bases fisico-químicas da hereditariedade. O físico alemão Erwin Schrödringer (1945) esforçou-se a estabelecer uma ponte entre a física e o que se sabia então de genética em seu livro *O que é a vida?*, Este foi um dos primeiros em favor da biologia molecular e da idéia de que os genes são compostos chaves das células vivas. Desde então, compreender a vida era compreender o funcionamento dos genes de um ponto de vista fisico-químico ou, por outras palavras, em termos moleculares.

Para R. J. Dubos fica dificil precisar o momento exato em que o público científico adquiriu a convicção de que o DNA estava implicado nos processos hereditários. Pouco depois do início dos anos 50, uma série de observações que precederam a descoberta da hélice dupla iria acabar com as últimas dúvidas.

Em 1952, Hershey e Chase fizeram observações com *E. colli,* infectando-as com bacteriófagos T4, marcados radiativamente, somente em sua cápsula protéica, e concluíram que apenas o DNA entra nas células *E. colli* e a partir desse material formavam-se novos bacteriófagos, de certa forma é através desse experimento que se confirma que o DNA e não as proteínas que detêm as informações genéticas, uma vez que, nas bactérias formam-

se outros bacteriófagos e todas as suas proteínas ficam do lado de fora. A reunião de todos esses trabalhos provou definitivamente que o DNA é a substância necessária e suficiente para induzir transformações genéticas.

De "fisiológica" a genética passou a "metabólica" e agora molecular, pois, era necessário de agora em diante precisar quais eram as grandes moléculas, que na célula viva, constituem o suporte hereditário e, por conseqüência, o código genético.

O problema agora era escolher modelos que pudessem servir de referência à análise molecular. Foi precisamente porque a escola de Delbrück tinha compreendido a necessidade de utilizar objetos de estudo que se prestassem facilmente à análise matemática e física que a genética progrediu rapidamente. Estes objetos eram as bactérias e os vírus.

Mas se a genética das bactérias e dos fagos permitiu esclarecer os grandes mecanismos biológicos da reprodução genética e, sobretudo as regras gerais do funcionamento do material hereditário, são, graças a um outro passo dos físicos biólogos, inspirado na cristalografia das grandes moléculas, que o avanço é mais significativo. No entanto, será apenas quando a estrutura cristalina do DNA se tornar conhecida que nascerá verdadeiramente a biologia molecular.

O estudo da estrutura tridimensional das grandes moléculas biológicas (as macromoléculas) iniciou-se por diversos autores. Linus Pauling (1901-1994) demonstrou a alfa hélice das proteínas, muitos pesquisadores não se interessaram por usar a mesma metodologia para a análise do DNA, o próprio James D. Watson tinha como objetivo oficial explicar a estrutura de uma proteína.

Foi durante um congresso científico em Nápoles (1951), que James Watson despertou seu interesse pelos trabalhos radiográficos de DNA. Seu interesse pelo DNA não

é tão espantoso assim, uma vez que ele realizou trabalhos sobre a química dos ácidos nucléicos em S. Luria. Depois foi para Cambridge onde o estudo fisico-químico das grandes moléculas biológicas estava no centro das atenções. As dificuldades encontradas em seu trabalho lhe permitiram falar e discutir com Francis Crick várias horas por dia e adotaram um procedimento empírico e de bom senso que permitiu a construção de modelos moleculares.

Muito ainda se discutiu sobre o emparelhamento da molécula de DNA. Alguns pesquisadores pensavam que o DNA é uma hélice múltipla feita de várias cadeias de nucleotídeos, um deles foi Maurice Wilkins (por volta de 1940) que estudava as moléculas de DNA com auxilio da difração de Raios-X. Necessitava-se explicar como é que essa hélice mantinha a sua coesão, várias soluções foram propostas até a descoberta da dupla hélice.

Para darmos continuidade ao entendimento da descoberta da dupla hélice é necessário antes uma explicação, os ácidos nucléicos, e por conseqüência o DNA, são formados pelo encadeamento de unidades chamadas nucleotídeos. Estes nucleotídeos são compostos por três partes: um fosfato, uma pentose (açúcar) e uma base nitrogenada. Destes o fosfato e o açúcar são iguais em todos os nucleotídeos sendo o único elemento específico à base nitrogenada. Essa base nitrogenada tem duas configurações químicas particulares as bases púricas (adenina e guanina) e as pirimídicas (citosina e timidina). Watson e Crick depois de ter ensaiado os modelos de emparelhamento homólogo (púrica-púrica; pirimídica-pirimídica) observou que esses formavam um conjunto irregular e Watson constata posteriormente que o par púrica-pirimídica formava um conjunto regular (A-T; C-G).

Esta regra de emparelhamentos moleculares (A-T, C-G) possibilita que, quando as cadeias se desenrolam e se separaram, se conheça o seqüenciamento da cadeia complementar do DNA (nunca ocorre emparelhamento contrário ao já especificado acima). Sendo assim eles descobriram a estrutura de dupla hélice do DNA e assim puderam demonstrar que a molécula de DNA é constituída de duas fitas complementares estreitamente entrelaçadas de forma helicoidal.

O modelo da hélice dupla provocou um impacto grande na biologia, porém como escreveu J. Watson, em 1981, "a elucidação da estrutura em hélice dupla do DNA, em 1953, não provocou praticamente nenhuma agitação fora de pequeno cenário dos cientistas que mais ou menos esperavam essa descoberta. Assim, a partir dela se tornava possível abordar a genética ao nível molecular e resultar posteriormente na possibilidade de detenção das chaves explicativas da estrutura e da função dos genes".

O conhecimento da hélice dupla de imediato não trouxe grandes benefícios a genética. Essa descoberta hibernou aproximadamente 20 anos para ter suas primeiras aplicações, graças às descobertas do DNA recombinante.

Os experimentos de fusão e renaturação de DNA forneceram argumentos físico-químicos a favor da dupla hélice e, inversamente, foi a hélice dupla que permitiu explicar o comportamento físico-químico em solução. Essa técnica foi desenvolvida por volta de 1960 por Marmur e Doty e depois por S. Spiegelman e conhecida sob nome de "hibridização molecular". Todos esses trabalhos contribuíram para o desenvolvimento, a partir de 1980, de técnicas de diagnóstico genético para o diagnóstico de doenças hereditárias.

Uma outra conseqüência do estabelecimento do modelo de Watson e Crick foi à explicação das mutações genéticas pontuais ao nível molecular. Enfim, também a

explicação, ao nível bioquímico e fisico-químico do fenômeno de replicação se deve à descoberta da dupla hélice por Watson e Crick. Em sua publicação original de 1953, relataram que as propriedades únicas da dupla hélice permitem a compreensão da replicação de um gene e a transmissibilidade dos caracteres. Na sua forma mais esquemática, a replicação da molécula de DNA pode explicar-se da seguinte forma: separa-se as duas fitas complementares seguidas pela reconstituição, nucleotídeo por nucleotídeo das duas fitas complementares. Cada uma das novas moléculas sintetizadas apresenta uma fita da molécula original e uma recém formada sendo, portanto, uma replicação semiconservativa. Várias equipes após a publicação de Watson e Crick investigaram a replicação e estabeleceram de modo definitivo em 1958 que a replicação obedece a um processo semiconservativo.

Watson e Crick desvendaram a natureza química do DNA e o modo pelo qual se duplicavam, mas não como esse pode codificar uma proteína. Em busca dessa resposta encontrou-se o RNA, que apresenta-se em três formas RNA mensageiro, transportador e ribossômico. Moléculas de RNA são sintetizadas por um processo conhecido como transcrição de RNA.

A genética dos microrganismos, a bioquímica, o estudo das moléculas ao microscópio eletrônico, todas essas inovações vão pouco a pouco contribuir para estabelecer o mecanismo molecular da replicação genética tal como a conhecemos hoje. Serão precisos nada menos que quinze a vinte anos de pesquisas suplementares para o conseguir. Mas pode-se dizer que, com a descoberta da estrutura cristalina do material hereditário, os biólogos transpuseram, no início dos anos 50, uma etapa considerável. Daqui a diante não só esta lançada à ponte entre a genética e a química, mas também, entre a

genética e a física. É através dessas descobertas que poderemos analisar os grandes fenômenos da hereditariedade. Está então tudo pronto para o desenvolvimento de uma verdadeira biologia molecular. Esta vai progredir tão rapidamente no decorrer das duas décadas seguintes, que se tornará o centro das preocupações e das pesquisas de toda a biologia. Talvez nunca, na história da ciência, tenha o homem experimentado tanto quanto nesse período relativamente curto. A sensação de decifrar os mecanismos mais fundamentais do mundo vivo, as suas características mais essenciais e até a sua origem.

Ingram (1956) relatou que a anemia falciforme resulta de uma mutação na seqüência de nucleotídeos que codifica um único aminoácido. E na década de 60 Sanger, mostrou ser possível, teoricamente, entender as informações contidas no DNA. Isso gerou interesse pela codificação da molécula.

Em 1970, os biólogos moleculares, assistiram o funcionamento dos genes sem poder decifrá-lo. A biologia molecular estava sem fôlego. Uma revolução de ordem metodológica se demonstrava, ela se realizou em 1970. As misteriosas palavras "manipulações genéticas" foram enfim pronunciadas.

Com receio da manipulação genética de microrganismos Paul Berg (como porta voz dos participantes de um congresso em 1973) escreveu uma carta a revista Science em 26 de julho de 1974, que exigia moratória das experiências e uma conferência destinada a estabelecer os princípios e limites dos futuros experimentos. Em fevereiro de 1975 uma conferência foi realizada onde normas foram estabelecidas pela comunidade científica para trabalhos que usassem de manipulações genéticas.

Em 1975 Walter Gilbert realizou o primeiro tratamento químico na molécula de DNA que a dividia em fragmentos e, em 1976 Sanger baseando-se nos resultados de

Gilbert, desenvolveu o método da terminação em cadeia. Os métodos foram desenvolvidos por Sanger, Allan Maxan e Walter Gilbert para seqüênciar as moléculas de DNA, permitindo aos cientistas determinar exatamente a seqüência de bases de qualquer molécula de DNA.

O bandeamento cromossômico expandiu o uso dos híbridos de células somáticas para o mapeamento gênico e permitiu, pela primeira vez, a identificação exata de cada cromossomo humano. Edward Southern (1975)descreveu sua técnica de transferência, que aumentou a eficiência do uso da tecnologia do DNA recombinante para isolar e clonar fragmentos de DNA.

Uma importante descoberta que alterou a compreensão da estrutura do gene ocorreu em 1977, com o isolamento de B-hemoglobina (beta hemoglobina) de coelho e de camundongo e o gene de ovalbumina de galinha. Os genes de células de mamíferos não eram apenas simples seqüências de bases no DNA colinear à proteína pelo respectivo gene. O DNA dos genes tinha interrupções, isto é, seqüências intercalares que interrompem as seqüências codificantes. Os termos *íntron*, para descrever as seqüências intercalares que interrompem as seqüências codificantes, e *éxons*, para descrever as seqüências de DNA que foram eventualmente encontradas no RNAm final, foram introduzidos. Também nesse ano (1977) foi publicado na Nature o primeiro genoma de DNA de um vírus, o phi-x-174.

Do final da década de 70 até o presente, muitos achados adicionais importantes alteraram o pensamento e a capacidade dos cientistas em investigar e compreender a genética humana. Todas as descobertas anteriores em genética levaram ao conhecimento atual e uma nova e excitante época no estudo das doenças humanas hereditárias. Quase que diariamente um novo gene humano é isolado e identificado, abrindo novos enfoques para o

tratamento dos distúrbios humanos. A seqüência completa de todo o genoma humano é conhecida, o que eventualmente levará à habilidade em identificar e estudar cada gene humano e seu funcionamento. Descobrimos o sequenciamento do genoma humano porém ele ainda se demonstra, para nós, como um grande livro cheio de letras sem as definições de pontuação, gramática ou ortografia.

Novas técnicas estão sendo desenvolvidas para a terapia gênica de células somáticas e para a alteração de fetos *in vivo* para evitar ou tratar doenças humanas. O futuro do tratamento das doenças genéticas humanas está apenas começando, porque muito caminho ainda se tem para trilhar.

CÁPITULO II

O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O CONTEXTO SOCIAL

2.1 Produção de conhecimento científico

O conhecimento científico busca, através dos tempos, realizar verificações e descobertas e proporcionar progressos técnicos. Segundo Morin (1996) a ciência é elucidativa, enriquecedora, conquistadora e triunfante. As descobertas cientificas moldam a sociedade e intervem nela diretamente. As especializações dividem as ciências em disciplinas, mas, as teorias colocam as idéias heterogêneas em uma unidade. Sendo assim, a

ciência por um lado divide, compartimenta, separa e, do outro, sintetiza novamente, faz a unidade.

A ciência é antes de tudo um mundo de idéias em movimento, processo para a produção do conhecimento, e busca descobrir a unidade existente nas diferentes facetas da experiência do homem com o seu meio. (Zancan, 2000).

Os debates sobre questões científicas costumam apresentar continuidades e descontinuidades conceituais no transcorrer da história. Descobertas ou invenções surgem carregadas de valores éticos, religiosos, bem como de aspectos econômicos, políticos e de forças sociais. Em alguns períodos históricos, o homem teria pensado que a Terra era achatada, em outros, que era o centro do universo. Ao longo do tempo, portanto, noções e conceitos estão a todo instante em pleno processo de mutação e são constantemente reinterpretados e mesmo reinventados, além dessas compreensões terem marcado o pensamento de várias gerações. (Dorea e Segurato, 2000).

Segundo Martin-Diaz (2003) estamos encontrando uma contradição entre a importância e a incidência da ciência e da tecnologia em nossa sociedade. Ao mesmo tempo em que a ciência e tecnologia fazem parte, cada vez mais, do cotidiano dos indivíduos o conhecimento dos conceitos que envolvem essas questões esta, cada vez mais, diminuindo entre os estudantes. O porquê desse fato é questionado durante o artigo e uma reflexão sobre a trajetória do ensino de Ciências se faz necessária para o entendimento de tal questão.

Iremos focar, nesse capítulo, as últimas décadas no ensino de Ciências. Para Martin-Diaz (2003) as mudanças nos paradigmas do ensino de Ciências sempre buscaram responder a insatisfação produzida por um ensino de Ciências com uma finalidade elitista.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Em uma sociedade com maior influência da ciência e tecnologia o entendimento de conceitos científicos torna-se fundamental para o desenvolvimento da cidadania. Assim sendo, o movimento da "Ciência para todos" mostra de forma clara a necessidade de uma democratização do ensino nessa área. Paralelamente surge o movimento de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CST) com origem em meados dos anos 60 e 70 mostrando metas para um ensino interdisciplinar das ciências.

Posteriores a esses movimentos encontram o termo "alfabetização cientifica" já na década de 90. Esse pressuposto mostra-se indefinido podendo indicar diferentes caminhos para a alfabetização dos alunos. E, no final do século XX, uma nova corrente metodológica vem adquirindo força. Trata-se, como nos indica Martin-Diaz, do que poderíamos denominar "Compreensão pública da ciência" que enfatiza desvelar que conhecimento e opiniões têm o público sobre a ciência. É com nosso olhar para esse novo paradigma que direcionamos os nossos estudos.

Em relação à genética, o final do sequenciamento do Genoma Humano levantou inúmeras questões sobre como o progresso cientifico pode ajudar o homem. Sabe-se ainda muito pouco sobre o funcionamento dos genes, por outro lado, a biologia molecular tem contribuído de maneira significativa para a compreensão de como esses funcionam. Além disso, o diagnóstico molecular para um número cada vez maior de doenças genéticas tem sido de fundamental importância para, entre outras utilidades, identificar casais em risco e prevenir o nascimento de novos afetados (a partir do aconselhamento genético e do diagnóstico pré-natal). Entender como nossos genes funcionam é o primeiro passo para o tratamento dessas doenças genéticas. (Zatz, 2002). Com tantas informações é necessário que os indivíduos tenham conhecimento dos conceitos científicos referentes à genética,

entendendo assim o que acontece a sua volta e principalmente, o que é vinculado pela mídia.

Como nos indica Pondé (2000) as técnicas de sequenciamento do Genoma Humano trazem consigo muitas discussões políticas, sociais e, entre outras, a questão das patentes e do domínio publico ou privado das descobertas do Genoma Humano estão em aberto. Para poder discutir sobre essas idéias os indivíduos, de uma forma geral, devem entender os mecanismos que regem as técnicas e as implicações provenientes dessa discussão.

Discussões a respeito da natureza do conhecimento científico e do ensino de Ciências e de Biologia estão acontecendo há mais de 20 anos, ainda hoje, via de regra, a visão da ciência apresentada pelos(as) professores(as) nas escolas, é aquela cujos pressupostos nortearam a ciência do século XVII, ou seja, uma imagem mecânica do mundo, uma visão fragmentada. O mundo é conhecido pelo estudo mais especializado das partes que o compõe, como se cada parte funcionasse isoladamente. Esta visão fragmentada ainda continua influenciando os currículos escolares de todas as disciplinas da educação científica. (Brito, Sousa e Freitas, 2003).

Segundo esses autores, temos uma ciência que é ensinada nas escolas numa concepção da invariabilidade da natureza, ou seja, o que é descoberto pela ciência é verdadeiro, único e imutável. Pouco se discute a contextualização do conhecimento científico, enfatizando as relações sociais, o momento histórico e os movimentos sociais a fim de compreender como e porquê tal conhecimento surgiu numa determinada época e local.

As Propostas Curriculares e os Parâmetros Curriculares Nacionais apontam para uma contextualização dos conceitos biológicos, discutindo suas implicações e apresentando uma visão de ciência não-neutra, historicamente determinada e inacabada.

Scheid, et al (2003) relatou em seu artigo que as pesquisas no ensino de genética tem mostrado resultados preocupantes, uma vez que se percebe que os alunos não têm domínio sobre os conceitos básicos de genética. Apresentou, também, que as grandes descobertas vinculadas pela mídia, trazem um novo desafio aos professores de Biologia, estes, agora, tem um papel fundamental na formação da cidadania de seus educandos, visando com que esses tenham um olhar crítico sobre as informações transmitidas pela mídia. Ainda segundo esses autores, incluindo tópicos de história da ciência no ensino de ciências e biologia, os educadores poderão ensinar sobre o caráter mais dinâmico da construção da ciência.

Zuanon e Diniz (2003) demonstraram que o grande desafio do ensino de Genética é abandonar a idéia de que essa ciência se constitui apenas num conjunto de informações e memorizações e que a Biologia tem a responsabilidade de buscar soluções para a melhoria da qualidade de vida. Essas visões deveriam ser substituídas por debates referentes às pesquisas atuais que visariam uma visão mais ampla da ciência.

Para Silva e Neto (2003) a dificuldade no ensino de ciências, no que diz respeito à genética, decorre da complexidade do tema e da necessidade da interação entre as disciplinas. Esta interação depende de uma manipulação consciente e responsável dos princípios básicos e variáveis neste ambiente de aprendizagem que é a escola. A utilização de idéias e conceitos que os estudantes constroem no dia-a-dia muitas vezes têm se distanciado da lógica científica.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

A educação em ciências é uma prática social que vem sendo cada vez mais ampliada e desenvolvida nos chamados espaços não formais de educação e na mídia. Existe um consenso com relação à importância e necessidade de se elaborar políticas e estratégias pedagógicas que efetivamente auxiliem na compreensão do conhecimento científico, por meio de experiências fora da escola. (Marandino, et al, 2003)

Não podemos ignorar que o currículo no ensino de Ciências Naturais é uma produção histórica, mas que está cristalizada na prática escolar e universitária, totalmente disciplinar, caracterizando-se como difusora de verdades definitivas. Firmou-se uma crença tácita entre os professores de Ciências Naturais sobre o que deve ser ensinado em cada série do ensino básico e no conjunto das disciplinas na formação universitária. Isso cria uma concepção de Ciência com essas mesmas características, como mostram pesquisas no meio educacional (Auth e Maldaner, 2003).

Favaro, et al (2003) indicou em seu trabalho as dificuldades e as possibilidades encontradas pelos professores da rede estadual de ensino, quando trabalham o tema genética. Na visão dos professores entrevistados por Favaro, et al, esse tema é o mais difícil de ser ensinado nas aulas de biologia. O uso de textos alternativos, de jornais e de revistas, em auxiliado no desenvolvimento do tema.

A ciência, enfim, busca promover um movimento que tenha como objetivo central à formação de pessoas que tenham condições e se sintam responsáveis pela construção de uma cidadania individual e social, ao lidar com problemas que possuam dimensões científicas e tecnológicas. (Brito, Sousa e Freitas, 2003).

unesp

2.2 O livro didático no ensino de ciências

O livro didático originou-se na Grécia antiga, persistindo até nossos dias. Ainda hoje, com novas tecnologias educacionais disponíveis, o livro didático constitui-se no recurso pedagógico mais difundido no Brasil (Detregiachi, 2003).

Para Vasconcelos e Souto (2003) no ensino de ciências, o livro didático constitui um recurso de fundamental importância, uma vez que, representa, em muitos casos, o único material de apoio disponíveis para discentes e docentes.

Como ressalta Nascimento e Martins (2003) o texto do livro didático de Ciências tem sido objeto de estudo, nos últimos anos, em diversas áreas, pela observação de seu papel fundamental na sala de aula de ciências.

A partir de 1996, com a criação, pelo MEC, do Programa Nacional do Livro Didático, observou-se uma preocupação com a sua qualidade, mas as melhorias observadas, nos livros de Ciências, referem-se aos aspectos gráficos e visuais e as implementações de novas idéias e os comentários sobre descobertas recentes, restringe-se à introdução do livro ou, aos manuais do professor não sendo, efetivamente, colocados na integra do texto que chega até o aluno. (Megid Neto e Fracalanza, 2003).

Quanto ao Ensino de Genética há uma crescente preocupação em discutir o assunto, uma vez que, os avanços tecnológicos relacionados à área são muitos. Nos fóruns de debates sobre o assunto percebe-se, cada vez mais, o interesse dos pesquisadores nas melhorias dos recursos didáticos para o ensino de Genética. Segundo Justina e Rippel (2003) muitos trabalhos apresentados em congressos da área são referentes aos livros

unesp

didáticos. Aponta, também, que um ensino baseado apenas nos livros didáticos está aquém das expectativas, experiências e questionamento dos alunos.

Para Vasconcelos e Souto (2003) os livros didáticos precisam conter ferramentas que incitem a discussão sobre o conteúdo teórico a fim de permitir sua conversão em conhecimento. Sendo assim, o conhecimento deve estar relacionado ao cotidiano do aluno, mas não é o que encontramos nos livros de Ciências e Biologia. Estes estão carregados de exercícios que levam a memorização de termos, conceitos e definições.

Nesse enfoque podemos também citar Bastos (2001) que relata a importância da atenção dos professores sobre a distância existente entre o mundo da ciência e o mundo cotidiano, a qual que pode se tornar maior dentro do academicismo exagerado da escola.

Justina e Rippel (2003) relatam que o ensino de genética, hoje, está pautado nas Leis de Mendel (primeira e segunda lei) e temas relacionados à expansão do Mendelismo. Em poucos casos são estudados polialelia e herança ligada ao sexo. Ressaltam, ainda que as experiências de vida e no meio social do estudante geram situações onde interpretações pessoais do fenômeno se contrapõem as explicações científicas sobre os mesmos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio (2000) visam uma integração entre as áreas da Biologia, Química, Física, Matemática e suas tecnologias. Sendo o Ensino Médio o finalizador dos estudos básicos pretende-se que forneça condições de integração a sociedade e também, conhecimento das tecnologias atuais, através da interdisciplinaridade. Dessa forma, proporcionaria ao aluno participar ativamente na sociedade em que está inserido.

Para o ensino de biologia, destacando-se o conceito de hereditariedade, temos no PCN (Ensino Médio).

> A percepção da profunda unidade da vida, diante da sua vasta diversidade, é de uma complexidade sem paralelo em toda a ciência e também demanda uma compreensão dos mecanismos de codificação genética, que são a um só tempo uma estereoquímica e uma física da organização molecular da vida. Ter uma noção de como operam esses níveis submicroscópicos da Biologia não é um luxo acadêmico, mas sim um pressuposto para uma compreensão mínima dos mecanismos de hereditariedade e mesmo da biotecnologia contemporânea, sem os quais não se pode entender e emitir julgamento sobre testes de paternidade pela análise do DNA, a clonagem de animais ou a forma como certos vírus produzem imunodeficiências. (p. 9)

Podemos ampliar esse foco observando a importância do conhecimento das doenças hereditárias entre os alunos, uma vez que estas podem fazer parte do cotidiano de qualquer indivíduo e saber como a compreensão dos mecanismos da hereditariedade é fundamental para o entendimento desse processo.

Como também nos demonstra o PCN o estudante tem que compreender o caminhar da ciência e relacionar as tecnologias com as mudanças observadas no seu dia-a-dia.

> Ao longo da história da humanidade, várias foram às explicações para o surgimento e a diversidade da vida, de modo que os modelos científicos conviveram e convivem com outros sistemas explicativos como, por exemplo, os de inspiração filosófica ou religiosa. O aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar. Deve permitir, ainda, a compreensão de que os modelos na ciência servem para explicar tanto aquilo que podemos observar diretamente, como também aquilo que só podemos inferir; que tais modelos são produtos da mente humana e não a própria natureza, construções mentais que procuram sempre manter a realidade observada como critério de legitimação.
>
> Elementos da história e da filosofia da Biologia tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas está associado a seu momento histórico. (p. 14)

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

No Ensino Médio, até o presente ano, não há distribuição gratuita de livros didáticos. A ausência desse material, que pode ser um elemento dificultador para os alunos, acaba por permitr uma maior flexibilidade para o professor que pode trabalhar com textos de diferentes fontes. Neste capítulo, analisaremos a estrutura dos livros didáticos para o Ensino Médio, uma vez que muitos professores, mesmo sem a distribuição para os alunos, apóiam-se nos textos obtidos desses livros. Como o objeto dessa pesquisa é o conceito de hereditariedade, o enfoque será nos livros de biologia que apresentam conteúdos de genética.

Para o ensino de ciências, no Ensino Fundamental, os livros têm um papel mais preponderante, uma vez que existe um programa de distribuição gratuita do livro didático aos alunos das escolas públicas. Também para os livros de ciências, procuramos investigar como o ensino da hereditariedade é normalmente encontrado nos livros de 7ª série do ensino fundamental.

O livro didático deve, neste contexto, possibilitar que o aluno tenha acesso a conteúdos corretos para poder compreender os mecanismos de produção da ciência, bem como, refletir sobre os aspectos da realidade.

Como nos mostra Vasconcelos e Souto (2003) uma leitura atenta da maioria dos livros de ciências disponíveis no mercado brasileiro, revela uma disposição linear de informações e uma fragmentação do conhecimento que limitam a perspectiva interdisciplinar.

É possível afirmar que nos últimos anos as obras didáticas não sofreram grandes modificações no que se refere aos conceitos. Nos últimos quinze anos as coleções didáticas de Ciências não conseguiram acompanhar os novos princípios educacionais defendidos

pelos estudos e pesquisas acadêmicas e pelos currículos oficiais. (Megid Neto e Fracalanza, 2003). Ainda, segundo esses autores, se analisarmos coleções de livros didáticos podemos encontrar erros conceituais que podem ser facilmente corrigidos, uma vez que são pontuais e facilmente detectados nos livros. Porém é importante salientar, que demonstrar o conteúdo científico como pronto e acabado, colocar a ciência como produção de mentes privilegiadas e isenta de interesses sociais e econômico é, sem dúvida, um problema a ser enfrentado pelos autores de livros didáticos.

CAPITULO III

Metodologia da Pesquisa

A metodologia de pesquisa utilizada na realização desse trabalho é a investigação qualitativa que, segundo Bogdan e Biklen (1994) a expressão refere-se como um termo genérico que agrupa diversas estratégias de investigação, os dados recolhidos são designados qualitativos, o que significa ricos em detalhes descritivos e difícil tratamento através de análise quantitativa.

Segundo os autores, a investigação qualitativa apresenta cinco características onde estão incluídas que a fonte dos dados é o ambiente natural, em que o investigador tem seu papel fundamental definido por:

a) os investigadores qualitativos freqüentam os locais de estudo, se preocupam com o contexto. Entendem que as ações podem ser melhor entendidas quando observadas em seu ambiente natural;

b) a investigação qualitativa é descritiva, os dados são recolhidos em palavras ou imagens e não em números. Os dados incluem transcrição de entrevistas, fotografias, imagens, vídeos, documentos pessoais, entre outros. As informações são analisadas de forma minuciosa, para que nada possa escapar e onde tudo pode estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do objeto de estudo;

c) os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que pelos resultados que ele apresenta. Essa ênfase é de fundamental importância na investigação educacional. As técnicas qualitativas conseguem demonstrar que as mudanças ocorrem, e, por estar centrada no processo, consegue perceber como essas mudanças ocorrem;

d) os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva. Os pesquisadores só concebem elaborar uma teoria sobre seu objeto de estudo após recolher os dados. Trata-se de estabelecer um quadro que ganha forma à medida que se conhece e examina as partes que o constitui;

e) o significado é de importância fundamental na analise qualitativa. Os pesquisadores investigam o sujeito, com o objetivo de perceber como eles interpretam o mundo social e suas experiências. As estratégias são montadas para averiguar o ponto de vista do entrevistado. A condução da pesquisa reflete o diálogo entre o investigador e o sujeito. (Bogdan e Biklen, 1994).

Sendo ou não explícita, toda a investigação tem uma orientação teórica. A maioria dos investigadores qualitativos identificam-se com a perspectiva fenomenológica. Esses

tentam compreender o significado e a interação dos acontecimentos para pessoas comuns, em situações particulares.

Douglas (1976) apud Bogdan e Bilklen relatou que a investigação fenomenológica inicia-se com o silêncio. O silêncio é a tentativa de se captar aquilo que se estuda enfatizando o comportamento das pessoas. A experiência humana é mediada pela interpretação do que acontece ao redor. O significado atribuído às experiências, bem como, suas interpretações são elementos essenciais e não secundários a analise.

Existem planos de investigação qualitativa que requerem locais e sujeitos múltiplos. O presente trabalho trata-se de um estudo de caso de observação realizado em três momentos diferente. Nos três casos observamos o local específico de organização (sala dos professores e ambientes de trabalho diversos); entrevistamos grupos específicos de pessoas (alunos do ensino médio, professores de ciências e biologia e cidadãos).

Nicolas (2003) relaciona os conhecimentos que intervem no ensino de ciências e demonstrou que existe grande diversidade entre o conhecimento acadêmico, o do cotidiano, do aluno e do professor. Relatou que é necessário, para o ensino de ciências algo a ensinar e alguém a aprender.

Nossa discussão baseia-se em três pontos chaves: o livro didático e suas contribuições para o ensino de ciências, como a prática docente intervem nesse processo e como estas informações são processadas por estudantes e integrantes da sociedade de maneira geral, uma vez que, a genética tornou-se notícia evidente nos últimos anos.

A partir desses dados coletados, procuramos detectar como o conhecimento científico, sobre hereditariedade e genética é compreendido por diferentes classes de sujeitos investigados.

unesp

3.1 Análise Documental

Na investigação pedagógica o investigador, geralmente, é praticante (professor, administrador ou especialista educacional) que pretende utilizar a abordagem qualitativa para otimizar aquilo que faz.

A análise documental desse trabalho refere-se a analise dos livros didáticos que são utilizados por professores e alunos da Rede Estadual de Ensino. Buscamos nesse material averiguar como os conteúdos estavam ordenados, como a diagramação auxiliava, ou não, no entendimento, de que forma a organização dos conteúdos favorecia o entendimento, ou não, analisamos, também, como os conceitos e figuras são apresentados e, finalmente, se os exercícios e leituras complementares propostos auxiliavam ou não ao estudante.

Para selecionarmos as categorias de análise optamos pelas mesmas adotadas por Vasconcelos e Souto (2003) que são: conteúdos teóricos, recursos visuais e atividades propostas.

A partir da delimitação dos critérios a serem analisados foi realizada uma leitura minuciosa dos capítulos referentes ao tema hereditariedade em três livros de Ciências e dois livros de Biologia. A leitura permitiu observar a aplicabilidade dos critérios estabelecidos e acrescentar outros quando necessário.

Com relação ao **conteúdo teórico** os critérios estabelecidos estavam relacionados ao enfoque cientifico, portanto dividimos esse tópico em quatro categorias distintas. A primeira visa a apresentação dos conteúdos nos livros analisados quanto à clareza e objetividade dos conceitos uma vez que, o livro deve permitir aos alunos contato com o conhecimento disponível. A segunda categoria sobre o Nível de Atualização enfocou a

unesp

sintonia entre o texto do livro didático e os recentes avanços das Ciências Biológicas. A terceira categoria referiu-se a coerência das informações contidas nos textos, uma vez que, apesar de todos os programas de avaliação para o livro didático ainda encontramos distorções e incoerências nas informações apresentadas nos conteúdos teóricos. Na quarta categoria sobre a disposição dos capítulos no livro didático avaliamos a coerência na relação entre os capítulos do livro para possibilitar a construção do conhecimento pelo estudante de forma não fragmentada.

Tabela 1: Quadro das categorias para analise dos Conteúdos Teóricos nos livros didáticos

Conteúdos teóricos	
Apresentação de conteúdo	
Nível de atualização	
Coerência	
Posicionamento dos conteúdos (capítulos)	

Com a relação aos **Recursos visuais** ressaltamos que nos livros didáticos não encontramos apenas linguagem textual, mas também, uma linguagem visual que facilita a atividade docente. Porém, a crescente utilização dos recursos visuais nos livros didáticos nos leva a inferência que, ao selecionar as imagens, os autores e editores não usam critérios bem definidos, o que indica que não existem estudos prévios quanto à pertinência das imagens nos livros didáticos e suas implicações pedagógicas (França Dib, 2003).

Nesse trabalho analisamos quatro categorias referentes aos Recursos Visuais no livro didático: a primeira indica à qualidade das ilustrações no que se refere a sua qualidade de impressão (cor, nitidez, contraste, entre outros); a segunda categoria nos relata quanto à diagramação, ao grau de relação entre as informações do texto e a figura, a sua inserção ao longo do texto deve ser coerente e estar em sintonia com a diagramação textual; a terceira categoria coloca a imagem em relação ao conceito, o quanto à imagem esta relacionada ao

conceito; e a quarta categoria refere-se a possibilidade de contextualização da imagem com a realidade não se utilizando imagens que não fazem parte da realidade sócio-cultural dos estudantes. Como relata Pegoraro e Sorentino (2002), a figura mais utilizada como exemplo de marsupial é um canguru, um animal distante da realidade do estudante brasileiro, quando se poderia usar, um gambá, por exemplo.

Tabela 2: Quadro das categorias utilizadas para a avaliação de Recursos Visuais nos livros didáticos

Recursos Visuais	
Qualidade de ilustrações	
Relação entre texto e ilustrações	
Aproximação com o conceito	
Possibilidade de contextualização	

Em relação às **Atividades propostas** configuramos cinco categorias para avaliar o potencial das atividades propostas nos livros didáticos analisados: a primeira relata a importância do enfoque multidisciplinar, fazendo relação com outras disciplinas que estejam relacionadas aos conteúdos ou conceitos em questão; a segunda categoria revela a possibilidade de problematização dos conteúdos dispostos nos capítulos referentes ao assunto analisado; a terceira categoria nos mostra as atividades em grupo que podem ser desenvolvidas entre os estudantes e as atividades práticas desenvolvidas para esses conteúdos; a quarta categoria analisamos a relação entre o conteúdo proposto e os exercícios propostos nos capítulos analisados; e a quinta categoria a analise realizada enfocou as fontes complementares de informação como leituras, propostas de pesquisas, relação de fontes bibliográficas, entre outros.

Tabela 3: Quadro utilizado para analisar as Atividades propostas nos livros didáticos

Atividades propostas	
Enfoque multidisciplinar	
Problematização	
Atividades em grupo	
Relação com o conteúdo	
Fontes complementares de informação	

Foram analisados três livros didáticos de Ciências (7ª série do Ensino Fundamental) e dois livros de Biologia (volume único) utilizados nas três séries do Ensino Médio.

Iniciaremos a análise pelos livros de Biologia, no primeiro livro encontramos um grande capítulo referente à genética este, por sua vez, era subdivido em capítulos menores onde encontramos estudos relacionados aos ácidos nucléicos e após esse, seguem-se assuntos vinculados às informações genéticas, tais como, divisão celular, origem da vida, bases da hereditariedade, variações do monoibridismo, da genética clássica à biotecnologia, sexo e herança. Pelo enfoque da disposição dos capítulos esse livro seguiu uma disposição favorável ao entendimento do tema, de bases físicas e químicas da hereditariedade até a definição do sexo através das bases genéticas. O capítulo que será o foco dessa analise é o que recebe o título de Bases da Hereditariedade por discutir o tema principal dessa pesquisa.

Conteúdos teóricos	
Apresentação de conteúdo	Os conteúdos estão claros, mas, o capítulo inicia-se com a definição de gene, alelos, genótipo entre outros sob o título de "Vocabulário da herança". Os conceitos estão prontos. Em seguida temos estudo de probabilidade, 1ª Lei de Mendel e heredogramas. A palavra hereditariedade foi citada, mas, o conceito, não foi discutido. O livro apresenta, em um de seus capítulos a idéia de "um gene uma enzima" conceito já ultrapassado no estudo da genética molecular.
Nível de atualização	O livro mostrou atualizado quando tratava do assunto ética dentro da genética, mas, ao trabalhar conceitos científicos utiliza-se de conceitos relacionados ao início das descobertas no ramo da genética sem relacionar com as novas descobertas científicas.
Coerência	Há coerência entre a disposição dos conteúdos apresentados no livro. A complexidade dos temas vai aumentando a medida em que os capítulos se seguem.
Posicionamento dos conteúdos (capítulos)	Os capítulos estão organizados para que o estudante se aprofunde cada capítulo mais nos conteúdos de genética.

Recursos Visuais	
Qualidade de ilustrações	Boa, a representação de células e cromossomos são claras, algumas fotomicrografias também estão presentes.
Relação entre texto e ilustrações	As ilustrações apresentam relação com o texto, facilitando no entendimento da teoria citada em cada trecho.
Aproximação com o conceito	Todas as ilustrações apresentam veracidade em suas informações.
Possibilidade de contextualização	Os exemplos utilizados demonstram possibilidades de contextualização, uma vez que, são relacionados com o cotidiano.

Atividades propostas	
Enfoque multidisciplinar	Encontramos relação com a matemática, mas não com outras áreas. As questões são específicas.
Problematização	Há alguns problemas, mas sempre com pistas de solução. Nenhum que promova, realmente, a reflexão.
Atividades em grupo	Não encontramos propostas, neste capítulo, de atividades em grupo.
Relação com o conteúdo	Os exercícios estão relacionados com o conteúdo proposto, mas com a finalidade de memorização dos mesmos.
Fontes complementares de informação	Encontramos leituras complementares no capítulo e exercícios resolvidos que complementam as informações dadas.

T. 1325

O livro didático analisado mostra, em seus textos bases, conceitos de genética que já foram ultrapassados como, por exemplo, o conceito de "um gene uma enzima" que após as descobertas da genética molecular foi derrubado. Essa idéia foi concluída por Beadle e Tatum em 1941 causando grandes impactos na sociedade cientifica da época. Já, a partir, de 1953, com a descoberta da dupla hélice do DNA, esse conceito passa a ser posto a prova. Porem, somente em 1977 com o isolamento de algumas proteínas e de alguns genes que se percebeu que as bases de DNA não eram colineares as proteínas dos respectivos genes. Livros didáticos editados muito depois de 1977 ainda trazem consigo uma definição de 1941. Esses termos e definições não mais usuais prejudicam o entendimento do estudante para as recentes descobertas cientificas, veiculadas pela mídia. Não é compreensível o uso desses conceitos, uma vez que eles não proporcionam contextualização ou experiências para o melhor entendimento dos temas em genética como ocorre com alguns conceitos fisicos, utilizados pelos livros didáticos de fisica, que auxiliam no entendimento de alguns temas com a utilização de experiências.

unesp

Nos livros encontramos fotomicrografias de células e cromossomos o que facilitou a compreensão do conceito a ser estudado. Porém, esse tipo de imagem não faz parte do universo do aluno e pode se tornar elemento dificultador ao invés de elemento facilitador da apreensão do conceito quando não utilizado adequadamente. Os professores, muitas vezes, também não têm acesso a essas imagens e, portanto não as interpretam e explicam de uma maneira que possa ajudar o estudante a compreender o que está representado naquelas fotomicrografias.

No segundo livro analisado, o capítulo sobre genética encontra-se com o título hereditariedade (pág 457), no final do livro (parte 11 cap. 42). Faz um estudo sobre as Leis de Mendel, probabilidade, cromossomos sexuais e herança, interação gênica, linkage e anomalias genéticas e o homem (onde encontramos relatos de anomalias genéticas relacionadas ao gene e aos cromossomos, elas são citadas com as características físicas que as acompanha e uma descrição do problema genético que as acometeu). Focaremos nossa análise no capítulo inicial, que relata sobre a Lei de Mendel e no último que fala sobre as anomalias genéticas e o homem.

A idéia de ciência como algo pronto, fechado e acabado limita o entendimento dos alunos para as novas descobertas científicas e tecnológicas. Os termos colocados nos livros, de maneira estática, interferem na visão que o sujeito terá do mundo que o rodeia. Sendo assim, ele não é capaz de olhar para o que esta a sua volta e compreender os mecanismos de produção da ciência.

Conteúdos teóricos	
Apresentação do conteúdo	Os conteúdos são claros. Inicia-se o capítulo com questões sobre como a herança pode ser transmitida. Logo em seguida começa a explicação sobre as leis de Mendel. A partir desse momento uma grande quantidade de termos é utilizada para explicar os conteúdos. Nesse capítulo inicial encontramos também o estudo de genealogias (sempre os mesmos exemplos em todos os livros). No final do capítulo há uma proposta para que os alunos montem sua genealogia através de pesquisas realizadas com seus familiares. O capítulo que fala sobre Anomalias genéticas e o homem inicia-se com uma série de termos referentes ao estudo da genética e descreve rapidamente as características de algumas doenças. Nos dois capítulos estudados não encontramos o conceito de hereditariedade de forma clara.
Nível de atualização	O livro tem bom nível de atualização, mas poderia trazer mais discussões dos assuntos tratados.
Coerência	Há coerência entre os conteúdos faltando, porem discussões conceituais.
Posicionamento dos conteúdos (capítulos)	O capítulo sobre ácidos nucléicos encontra-se no início do livro e o capítulo sobre genética mais no final causando uma quebra no conteúdo, mas dentro do tópico que fala sobre hereditariedade a diagramação é favorável.

Recursos Visuais	
Qualidade de ilustrações	As ilustrações são claras e são utilizados muitos esquemas que ajudam na compreensão dos conceitos envolvidos. Muitas anomalias genéticas são citadas incluindo fotos de algumas.
Relação entre texto e ilustrações	As ilustrações e o conteúdo são favoráveis ao entendimento. Estão colocadas próximas as suas citações no texto.
Aproximação com o conceito	As ilustrações (apesar da maioria serem desenhos e não fotos) demonstram grande veracidade.
Possibilidade de contextualização	Há possibilidades de contextualização, porque as ilustrações retratam fatos cotidianos.

Atividades propostas	
Enfoque multidisciplinar	Os exercícios propostos relacionam-se apenas com alguns conceitos matemáticos (probabilidade, por exemplo) não há interação com outras disciplinas.
Problematização	Encontramos alguns problemas, mas todos com dicas para encontrar a solução ou então parecidos com os exemplos da teoria. Há no final do capítulo uma pesquisa interessante envolvendo genealogias, mas, depende de como o professor usaria esse recurso para as discussões em classe.
Atividades em grupo	Neste livro também não encontramos propostas de trabalhos em grupos.
Relação com o conteúdo	Exercícios de acordo com os conteúdos propostos, porém, enfatizando a memorização dos conteúdos.
Fontes complementares de informação	Também encontramos nesse livro informações complementares sobre genética relacionadas ao momento histórico das descobertas de Mendel.

Neste livro encontramos um início de discussão do capítulo muito interessante onde o assunto começa a ser discutido com questões sobre como a herança genética pode ser transmitida. Porém, em seguida, as explicações sobre Leis de Mendel não resgatam as discussões iniciais e coloca vários termos novos. Os exercícios encontrados favorecem a memorização dos conteúdos e dão ênfase maior a probabilidade e estatística.

Os livros de 7ª série trazem informações sobre o corpo humano desde a célula até os sistemas que coordenam todas as suas funções vitais. O terceiro livro analisado é de uma coleção de Ciências para o ensino fundamental (5ª a 8ª série) no qual encontramos o capítulo sobre hereditariedade no final do livro (capítulo 20), com o título Bases da hereditariedade. Utilizaremos para análise dos livros de ciências os mesmos critérios usados para os livros de Biologia.

Conteúdos teóricos	
Apresentação de conteúdo	Os conteúdos são claros, trazem no início do capítulo comentários (problematizações) sobre hereditariedade, mas, em seguida, começa a explicação sobre genes com termos que não são comuns para os alunos. A disposição no final do livro proporciona que não haja tempo disponível para a discussão dos conteúdos, uma vez que, professores da Rede Estadual de Ensino relatam o pouco tempo para a discussão de tantos tópicos. O conceito de hereditariedade não foi discutido diretamente.
Nível de atualização	O livro mostrou-se atualizado discutindo várias questões recentes no ensino de genética, tais como, clonagem, terapia gênica, transgênicos.
Coerência	Há coerência entre as figuras e o texto. Existe também nesse livro links (ao lado do texto) com informações extras que ajudam no entendimento. As figuras estão sempre próximas ao material facilitando o entendimento do texto.
Posicionamento dos conteúdos (capítulos)	O capítulo é colocado no final sem contextualização com os demais. Poderia estar próxima ao capítulo sobre célula.

Recursos Visuais	
Qualidade de ilustrações	Ótima, o livro traz ilustrações recentes, muitas fotos e esquemas que possam ajudar na contextualização e entendimento.
Relação entre texto e ilustrações	As ilustrações estão próximas aos itens citados no texto facilitando o entendimento e a relação entre elas e o texto citado.
Aproximação com o conceito	As ilustrações são verossímeis e atuais.
Possibilidade de contextualização	Apresentam possibilidades de contextualização, visto que, as figuras representam aspectos da realidade doa alunos.

Atividades propostas	
Enfoque multidisciplinar	As questões referem-se exclusivamente aos temas trabalhados nos capítulos.
Problematização	Há a problematização de algumas situações com um pouco de reflexão referentes aos problemas genéticos e ao tipo de herança.
Atividades em grupo	Nesse livro encontramos proposta de uma atividade em grupo, possibilitando assim a discussão de alguns conceitos.
Relação com o conteúdo	Os exercícios relacionam-se com os conteúdos encontrados no capítulo, mas, também, visam mais a memorização do que a reflexão.
Fontes complementares de informação	As informações complementares encontram-se nos links ao lado do texto. No próprio texto também encontramos assuntos atuais que complementam as aulas.

Uma observação importante deve ser feita referente a esse livro: no manual do professor (no final do livro) encontramos algumas sugestões sobre o trabalho em sala de aula e é ressaltada a importância do professor buscar outras fontes de informações e sempre que possível, iniciar as aulas com questionamentos e debates, que possibilitem aos alunos a contextualização dos conceitos em questão.

Da mesma forma que o livro anterior, este traz discussões no início do capítulo sobre hereditariedade, porém, em seguida, utiliza-se de vários termos novos que não estão presentes nas discussões iniciais. Apesar do livro trazer temas recentes, estes se encontram depois do início do capítulo não permitindo uma construção do conceito pelos alunos, a partir da realidade em que este se encontra.

unesp

O quarto livro analisado de ciências traz os conceitos de gene incluídos no capítulo de reprodução. É uma pequena parte do capítulo, sem discutir conceitos que facilitassem a compreensão do assunto. O capítulo da maior ênfase aos conceitos de gestação e parto e não à hereditariedade.

Conteúdos teóricos	
Apresentação do conteúdo	Os conteúdos são claros porém pouco se relacionado aos conceitos sobre hereditariedade.Há apenas uma sugestão de que somos resultado do material genético de pai e mãe. Não são discutidos os demais conceitos relacionados à genética.
Nível de atualização	O livro está atualizado.
Coerência	Os conteúdos são coerentes ao que retrata o capítulo, mas faltam informações.
Posicionamento dos conteúdos (capítulos)	A localização dos conteúdos é adequada próxima a assuntos relacionados com o tema, porém a pouca informação sobre ele.

Recursos Visuais	
Qualidade de ilustrações	Não há ilustrações sobre genética diretamente, as que encontramos no capítulo são de boa qualidade.
Relação entre texto e ilustrações	As ilustrações apresentadas encontram-se bem inseridas no texto.
Aproximação com o conceito	Todas as ilustrações apresentam veracidade em suas informações.
Possibilidade de contextualização	As ilustrações analisadas (do capítulo) demonstram possibilidades de contextualização.

Atividades propostas	
Enfoque multidisciplinar	Não há enfoque multidisciplinar
Problematização	Há problematizações cujas respostas são encontradas no texto sem ocorrer reflexão.
Atividades em grupo	Ao final dos exercícios propostos pede-se que se compare os resultados com os colegas.
Relação com o conteúdo	Os exercícios estão relacionados com o conteúdo proposto, mas com a finalidade de memorização dos mesmos.
Fontes complementares de informação	Não foram encontradas informações complementares ao texto ou as questões.

Este livro, um dos utilizados pela Rede Estadual de Ensino, não traz um capítulo somente sobre genética. Os conceitos relacionados à área encontram-se no capítulo de reprodução. Não há discussões claras sobre os conceitos de hereditário ou mesmo genético o que nos demonstra falta de informações. O capítulo visa o estudo da reprodução humana e pouco sobre genética é discutido.

No quinto livro analisado, encontramos o capítulo Hereditariedade como o último do livro, antecedido por um capítulo que fala de reprodução humana. O capítulo é introduzido com exemplo do albinismo para explicar o que é hereditário e pontua algumas situações específicas da transmissão de características de pais para filhos. Descrevem-se também as genealogias, grupos sanguíneos e localização gênica.

Conteúdos teóricos	
Apresentação do conteúdo	Os conteúdos são claros e os termos são explicados antes de serem utilizados. Não é discutido diretamente o conceito de hereditariedade, mas através do termo hereditário. Coloca o exemplo do albinismo para indicar a transmissão das características.
Nível de atualização	O livro está atualizado.
Coerência	Os conteúdos são coerentes ao tema do capítulo.
Posicionamento dos conteúdos (capítulos)	A localização dos conteúdos não é muito favorável. Encontramos como o último capítulo do livro.

Recursos Visuais	
Qualidade de ilustrações	A qualidade das ilustrações é boa, o que facilita o entendimento das questões relacionadas ao assunto.
Relação entre texto e ilustrações	Os esquemas, desenhos e fotos estão inseridos próximos aos locais no texto onde se descreve o assunto.
Aproximação com o conceito	As ilustrações demonstram ser verossímeis.
Possibilidade de contextualização	As ilustrações podem ser contextualizadas, uma vez que buscam exemplos no cotidiano.

unesp

Atividades propostas	
Enfoque multidisciplinar	As questões são diretamente relacionadas com o texto em questão.
Problematização	Há questões de respostas memorísticas como encontramos também algumas questões problematizadoras, porém nenhuma promove uma reflexão ampla sobre o assunto.
Atividades em grupo	O livro não sugere, diretamente, atividades em grupo, mas sua realização seria possível.
Relação com o conteúdo	Os exercícios estão relacionados com o conteúdo proposto o capítulo, mas com intenção da memorização dos conteúdos.
Fontes complementares de informação	O livro apresenta um grande número de fontes complementares de informação, tais como, links ao lado do texto principal e no final do capítulo uma leitura complementar sobre problemas genéticos.

Neste livro os termos são discutidos antes dos assuntos, para que os alunos possam compreender melhor os textos discutidos posteriormente. O capítulo traz vários exemplos e coloca os termos em situações do cotidiano. A diagramação também é favorável ao aprendizado, uma vez que traz links e leituras complementares sobre questões genéticas que despertam o interesse nos alunos.

3.2 Entrevistas

Uma entrevista consiste em uma conversa intencional, dirigida com o objetivo de obter informações. No caso da pesquisa qualitativa a entrevista surge com um formato próprio. Nesse trabalho a entrevista constitui-se como estratégia escolhida para levantar concepções de professores, pessoas da sociedade e alunos do Ensino Médio de uma escola da Rede Pública de Ensino sobre os conceitos de hereditariedade e genética.

As entrevistas variam quanto ao grau de estruturação, embora sejam abertas, centram-se em tópicos determinantes ou podem ser guiadas por questões gerais. A entrevista semi-estruturada permiti recolher dados comparáveis entre os diversos sujeitos entrevistados. Com uma entrevista aberta o sujeito pode relatar como estrutura o tópico em foco, mas, os dados obtidos são de difícil comparação. Contudo, um tipo particular de entrevista deve ser escolhido de acordo com a intencionalidade da pesquisa. Em nosso caso escolhemos a entrevista semi-estruturada.

Durante as entrevista, o pesquisador deve ser flexível, abordando cada pessoa de maneira diferente, a fim de que, a entrevista possa transcorrer tranqüilamente com todas as pessoas entrevistadas, respeitando as limitações de cada um.

Este estudo analisou as concepções de professores e alunos do Ensino Médio da Rede Estadual de Ensino e pessoas escolhidas aleatoriamente na sociedade. Procuramos com essas entrevistas entender qual o conceito de hereditariedade que está presente no conhecimento desses indivíduos.

3.2.1 – Entrevistas com Professores da Rede Publica de Ensino

Professores da Rede Pública de Ensino escolhidos de acordo com as escolas que permitiram a realização da entrevista, portanto a escolha foi aleatória.

Nas escolas as entrevistas foram aplicadas com auxílio dos coordenadores pedagógicos nos horários de HTPC de cada professor.

As entrevistas foram registradas em roteiros adequados (em anexo) para posterior transcrições e melhores análises qualitativas desse material. As análises qualitativas enfatizaram a formação do conceito de hereditariedade dos professores como a pratica pedagógica dos mesmos pode influenciar no processo de formação de conhecimento cientifico, quais os pressupostos e conhecimentos prévios de genética são necessários para a compreensão do conhecimento científico em questão.

Foram realizados questionamentos com professores da rede Estadual de Ensino (ensino fundamental e médio) com auxilio de entrevistas semi-estruturadas. Com relação à primeira questão "Como você ministra o conceito de hereditariedade e gene a seus alunos?" Procuramos analisá-la através do seguinte conjunto de categorias, representados na tabela 4.

Tabela 4: Categorias referentes às respostas extraídas da primeira pergunta da entrevista com os professores.

	1	2	3	4	5	6	7
Relataram buscar o que os alunos já sabem sobre esses conceitos	x						
Ressaltaram as semelhanças e diferenças individuais	x			x	x	x	x
Evidenciaram a sistematização de conceitos	x				x	x	
Indicação de exercícios e textos sobre o tema para realização de atividades pelos alunos		x		x			
Ministram aulas expositivas sobre o tema			x				
Indicaram a utilização de exemplos para melhor entendimento			x	x		x	
Relataram sobre comentários referentes às doenças hereditárias					x		

Podemos perceber, pela análise do quadro acima, que os professores preocupam-se com as diferenças individuais presentes no cotidiano escolar, embora não percebemos uma preocupação na utilização de várias fontes para o estudo da genética. A maioria utiliza-se de textos e exercícios retirados dos próprios livros didáticos e não textos de revistas, jornais, livros específicos. Estudos sobre doenças hereditárias ou genéticas não são realizados em sala de aula perdendo, assim, chances de contextualização. A busca pelos conceitos que o aluno já traz é, também, muito pequena (apenas um professor).

Em relação à segunda questão "Durante as aulas de genética, já foi discutido sobre aconselhamento genético ou doenças genéticas?" Procuramos analisá-la segundo as categorias discutidas na tabela 5.

Tabela 5: Categorias referentes às respostas dos professores a segunda questão da entrevista

	1	2	3	4	5	6	7
Respostas afirmativas a questão	x		X	x		x	x
Relataram discutir sobre cromossomopatias	x						
Indicaram que o tema sobre aconselhamento genético gera interesse nos alunos	x						x
Comentaram que discutem o tema doenças genéticas		x					x
Relataram não discutir o tema aconselhamento genético em suas aulas		x					
Indicaram o surgimento de perguntas durante as aulas de genética					x		
Comentários sobre discussões quando o tema da aula refere-se a grupos sanguíneos						x	

Observamos nas respostas dos professores que o termo é comentado na sala de aula, porém pouco se fala no desenvolvimento desses conteúdos. Percebemos que as discussões são pontuais e as contribuições que o aluno possa fornecer ficam esquecidas. Percebemos pelo quadro acima que o tema gera interesse nos alunos, mas nenhum professor indicou discutir o tema a partir do que seus alunos relatam.

Na terceira questão "Se a resposta da pergunta anterior foi afirmativa, em que contextos foram discutidos essas questões?" Sistematizamos os dados nas seguintes categorias dispostas na tabela 6.

Tabela 6: Categorias relacionadas às respostas dos professores à terceira questão da entrevista

	1	2	3	4	5	6	7
Relataram que as questões sobre doenças genéticas são discutidas após os alunos terem conhecimento do conceito	x		x	x		x	
Realização de debates sobre o assunto	x						
Utilização de texto para realização de leituras em grupo		x					
Relataram o aconselhamento genético como prevenção para quem tem doenças hereditárias na família				x			
Relataram a prevenção de maneira mais ampla (relacionada a todas as pessoas)					x		x
Comentários sobre questionamento de alunos durante as aulas			x				

Os professores relatam basear-se nos livros didáticos para elaborar suas aulas e transmitem textos desses livros para seus alunos. O professor tem relação direta com o seu aluno e deveria estar atento as informações que são veiculadas na mídia, porém essa relação acaba sendo frágil pela falta de tempo que o professor comenta em virtude do número de aulas que ministra. O aluno, por sua vez, acaba recebendo influência direta dos conhecimentos divulgados pela mídia e o livro didático não supre as necessidades de informação que esse aluno necessita. Como o professor não encontra tempo para discussão desses assuntos em sala de aula, acabam ficando distorcidos e as confusões e erros acontecem.

Na quarta questão, realizada com os professores, "Algum aluno já manifestou a existência de uma doença hereditária em sua família e como foi conduzida a aula após esse comentário?" Observamos conforme o representado na tabela 7.

Tabela 7: Respostas dos professores a quarta questão da entrevista

	1	2	3	4	5	6	7
Considerações afirmativas	x			x	x		x
Relataram que nenhum aluno manifestou a existência de doenças hereditárias na família		x	x			x	
Comentaram sobre Distrofia Muscular de Duchene	x						
Comentaram sobre Síndrome de Down	x	x		x			
Comentários sobre Hemofilia					x		
Relacionaram a informações complementares	x						
Relataram que o aluno fornece informações para a classe sobre aquela doença em questão					x		
Relataram que após os comentários as aulas transcorrem normalmente							x

Em todos os livros analisados encontramos possibilidades de contextualização entre os conteúdos propostos e o cotidiano. Observando a fala dos professores percebemos que o tema gera grande interesse entre os alunos, promove discussões e questionamentos sobre a questão de hereditariedade e de doenças genéticas. Contudo percebemos que esses questionamentos não foram utilizados para contextualização do tema em questão, pois alguns professores relataram que essas questões só são discutidas após os alunos terem os conceitos estabelecidos. Mesmo com comentários dos alunos sobre problemas genéticos na família, os professores relataram que a aula transcorreu normalmente, ou seja, os anseios e os problemas levantados pelo aluno não conduzem a uma efetiva discussão sobre os conceitos relacionados à genética, nem mesmo, ao conceito de hereditariedade.

Em relação ao questionário realizado com os professores a maior dificuldade encontrada foi a de obter a participação dos próprios professores da Rede Estadual de Ensino. Muitos professores convidados a aderirem se recusaram a responder as questões. Esse fato reflete a descrença que muitos professores têm a respeito da Universidade. Para

eles, os pesquisadores os utilizam como sujeitos de investigação e nem sequer dão algum tipo de retorno ao final dos trabalhos. Por outro lado, os que aceitaram responder foram prestativos e as coordenadoras das escolas visitadas cederam o HTPC, desses professores, para que pudessem responder com tranqüilidade as questões propostas.

3.2.2 – Alunos do Ensino Médio da Rede Estadual de Ensino

As entrevistas, com os alunos do Ensino Médio, foram realizadas em uma das escolas que permitiu a entrevista com os professores. Escolheu-se uma turma do 3° ano do Ensino Médio por já terem estudado o tópico de genética. No total 36 alunos participaram da entrevista. No caso dos alunos também foi escolhida a entrevista semi-estruturada que permitiu analisar os dados apresentados em cada resposta. O roteiro utilizado encontra-se anexado neste trabalho.

As análises focam as confusões entre o conceito de hereditário e genético que permeiam as discussões dos alunos enquanto formulam suas justificativas as respostas dadas durante as entrevistas. Os resultados coletados encontram-se nos quadros abaixo.

A primeira questão foi de múltipla escolha, onde os alunos poderiam escolher mais de uma resposta correta. Posterior a escolha estes deveriam justifica-la. Encontramos algumas contradições entre as alternativas escolhidas e as justificativas dadas.

Primeira questão: Uma pessoa descobriu que tem uma doença de origem genética e para que possa tomar atitudes em relação ao seu tratamento ela deve saber que:

a) existem doenças genéticas que são hereditárias, outras não;

b) doenças de origem genética são sempre hereditárias;

c) genético é sinônimo de hereditário

d) doenças genéticas podem ser originárias de mutação e não hereditárias.

Justifique suas escolhas e assinale os termos que você não conhece.

As respostas, da múltipla escolha, encontram-se na tabela 8.

Tabela 8: Respostas dos alunos para a questão número 1 (múltipla escolha)

	Resposta A	Resposta B	Resposta C	Resposta D
Aluno 1	X			X
Aluno 2				X
Aluno 3				X
Aluno 4	X			
Aluno 5	X			X
Aluno 6	X			X
Aluno 7	X			X
Aluno 8	X	X		
Aluno 9	X	X		
Aluno10	X			X
Aluno 11	X			X
Aluno 12	X			X
Aluno 13	X			X
Aluno 14		X		
Aluno 15		X		
Aluno 16		X		
Aluno 17		X		
Aluno 18		X		
Aluno 19	X			X
Aluno 20	X	X		
Aluno 21	X			
Aluno 22	X			X
Aluno 23	X			X
Aluno 24	X			X
Aluno 25	X			X
Aluno 26	X			X
Aluno 27				X
Aluno 28	X			X
Aluno 29	X			X
Aluno 30	X			
Aluno 31	X			
Aluno 32	X			
Aluno 33	X			X
Aluno 34		X		
Aluno 35		X		X
Aluno 36		X	X	
TOTAL	25	11	1	21

Observando a tabela, que demonstra as respostas dos alunos a primeira questão, realizada em sua entrevista, percebemos que os conceitos de genético e hereditário ainda se confundem em alguns dos alunos que apesar de ter assinalado a letra A da resposta (que diz: existem doenças genéticas que são hereditárias, outras não;) assinalou também a letra B (que relata: doenças de origem genética são sempre hereditárias) que coloca os termos genético e hereditário como sinônimos, demonstrando uma confusão no conceito de hereditário e genético para esses alunos.

Alguns alunos, ainda referindo-nos a questão um, demonstram ter entendido os conceitos de genética e hereditariedade como sinônimos realmente assinalando para tanto as letras B e C que indicam esses termos como sendo sinônimos.

Porém a grande maioria, enquanto assinalava a questão de múltipla escolha, demonstrou saber distinguir os termos genético e hereditário assinalando as letras A ou D dessa questão que demonstram esses conceitos como sendo distintos e também colocam o termo mutação em questão.

A tabela 9 sintetiza as respostas obtidas conforme as categorias selecionadas para análise das mesmas.

Tabela 9: Categorias referentes às justificativas da questão número 1

Categorias de resposta	Alunos
Relataram as doenças hereditárias estando presente em células reprodutoras;	1, 10, 23, 24, 25, 26
Justificativas da ocorrência de mutação podendo ser a causa de doenças genéticas	1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 22, 29, 30
Relataram a presença de uma doença nos pais e ausência nos filhos (e vice-versa)	2, 3, 6, 7, 11, 29
Comentários sobre os filhos não herdam doenças dos pais (usando o termo genes)	8, 9, 14, 23, 24, 25, 26, 32, 35
Deram exemplos de doenças hereditárias (albinismo)	12, 13
Descreveram que algumas doenças podem ser adquiridas ao longo da vida	13, 19
Demonstraram a ocorrência da manifestação em alguns e em outros não	15, 16, 17, 18
Relacionaram genes que passam de pai para filho com hereditário	19
Justificativas das doenças hereditárias serem por causa da genética	20, 21, 27
Relataram que existem doenças genéticas que não são hereditárias	22
Ressaltaram a importância do conhecimento para saber o que é, ou não é, genético	28
Relataram que as doenças genéticas não são necessariamente em todos os indivíduos da família	31
Disseram que nem todas as doenças são transmitidas de pai para filho (nem tudo é hereditário)	32
Relataram que todas as doenças de origem genética são hereditárias, mas algumas não se desenvolvem	34, 36
Não justificou a resposta escolhida na primeira parte da questão	4, 5, 33

Para nos certificarmos do entendimento ou não dos conceitos em questão pedimos que os alunos justifiquem as respostas que escolheram e observamos que seis alunos relacionaram as doenças hereditárias como estando presentes nas células reprodutoras, provenientes de pai e mãe, outros indicaram a presença nos pais e ausência nos filhos e

vice-versa demonstrando a questão de doenças dominantes e recessivas, o que avaliamos como sendo um bom entendimento do conceito de hereditariedade.

Porém a maioria dos alunos utilizou termos confusos, distorções de conceitos e até mesmo, definições trocadas entre os conceitos como, por exemplo, que filhos não herdam doenças de seus pais através dos genes. Percebemos nesta frase uma confusão entre hereditariedade e mutações espontâneas. Na verdade, sabemos que existem doenças que não são herdadas e que são apenas mutações gênicas espontâneas para determinada célula reprodutora, mas da maneira como foi colocado entendemos que os genes são apenas responsáveis pelas características físicas, mas não pelas doenças.

Percebemos que usaram exemplos de doenças genéticas de herança simples, como o albinismo, talvez pela simplificação dos livros didáticos e por que a maioria traz apenas exemplos de características relacionadas à herança mendeliana simples, não introduzindo as características definidas por mais de dois pares de genes ou ainda as heranças multifatoriais que relacionam genes e ambiente. Alguns alunos não justificaram as respostas escolhidas na primeira parte da questão.

A segunda questão refere-se ao entendimento do conceito de hereditariedade: O que você entende por hereditariedade? Os dados referentes às respostas encontradas estão na tabela 10 de categorias a seguir.

Tabela 10: Categorias referentes às respostas encontradas na segunda questão da entrevista com os alunos.

Categorias de resposta	Alunos
Referiram-se as características genéticas passadas de geração em geração	1, 8, 9, 19, 22, 23, 24, 25
Utilizou-se do termo transmitido dos pais para os filhos	2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 27, 29, 31, 32, 34, 35, 36
Relataram a transmissão de características positivas e negativas	10
Associaram a palavra hereditariedade com a herança genética	15, 16, 17, 18, 21, 25, 28
Comentaram sobre a hereditariedade vir do código genético	28
Relataram sobre as células iguais com o mesmo genótipo	30
Associaram com ao que vem da família	31, 33
Relataram como sendo uma genética de pai para filho. Hereditário sinônimo de genético	32
Expressaram que nem todo problema genético é hereditário	32

Para explicar o conceito de hereditariedade os alunos utilizaram-se dos termos transmitidos de geração em geração, ou ainda de pais para filhos. Ainda encontramos a palavra hereditariedade relacionada com o termo herança genética e com o código genético. Apesar de todas essas respostas não estarem presentes em um único indivíduo entrevistado, elas nos demonstraram um bom entendimento no conceito de hereditariedade nos alunos. Porém, alguns ainda confundem os termos e não conseguem exemplificar aquilo que é hereditário, associam com células de mesmo genótipo o que nos indica clonagem e não hereditariedade. Outros colocam hereditário como sendo sinônimo de genético e logo após relatam que nem todo o problema genético é hereditário o que nos demonstra um conflito entre esses conceitos.

unesp

Encontramos respostas de duplo sentido e equívocos, como por exemplo, o aluno 32 que em suas respostas afirma que tudo que é hereditário é também genético e depois justifica sua resposta mostrando exatamente o contrário, onde algumas doenças genéticas podem ser de origem mutacional e não necessariamente, hereditária.

Na terceira questão: Você já ouviu falar sobre alguma doença hereditária? Qual? Todos os alunos relataram já ter ouvido falar sobre doenças de origem genética e na tabela 11, que segue, veremos quais foram relatadas.

Tabela 11: Doenças genéticas relatadas pelos alunos do Ensino Médio

Doenças genéticas relatadas	Alunos
Síndrome de Down	1, 23, 24, 25
Lupus	1, 26
Albinismo	2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 29, 33, 36
Diabetes	2, 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35
Doenças do coração	3, 8, 9
Varizes	8, 9, 20
Osteoporose	14, 15, 16, 17, 18
Daltonismo	19
Câncer	21, 22, 27, 28, 32, 33
Problemas renais	28, 34, 35
Aids e HPV	30
Problemas circulatórios	31
Colesterol	32

A doença genética mais citada pelos alunos foi à diabete e logo após o albinismo. A diabete encontra-se tão evidente pelo fato da divulgação, de maneira geral, desse conceito na sociedade. O albinismo, que encontramos em segundo lugar, deve-se ao fato de muitos livros didáticos trazerem o albinismo como exemplo de doença hereditária. As demais apareceram pontualmente e até alguns erros foram observados como o aluno que coloca a AIDS e o HPV como doenças hereditárias.

unesp

Na quarta questão referente ao local onde obtiveram as informações referentes às doenças genéticas citadas anteriormente todos responderam na escola com seus professores e alguns relataram ainda outras fontes de informação referente ao conceito em questão. A tabela 12 representa essas questões.

Tabela 12: Categorias referentes à questão quatro: Onde você obteve essas informações?

Onde obteve a informação	Alunos
Livros	2, 19
Telejornais	4, 8, 9
Família	7, 26
Revistas	8, 9, 12, 19
Jornais	12, 33
Televisão	14, 19, 28
Palestras	28
Informações médicas (casos na família)	28, 34
Com experiências de vida	29

Observando a tabela 12 percebemos que os alunos recebem informações dos mais variados meios de comunicação. A sociedade na qual ele está inserido, todos os dias, fornece novas informações referentes ao tema.

Os alunos descrevem, em suas respostas, que além da escola, obtiveram informações sobre genética através dos meios de comunicação de massa, tais como, revistas, jornais, televisão, entre outros. Apesar das fontes serem tantas, os professores não indicaram utilizar-se delas para iniciar discussões em sala de aula. Apenas um dos professores entrevistados indicou utilizar textos de diferentes fontes para leituras em grupo. Outros indicam apenas aulas expositivas referentes ao assunto. Podemos inferir, no entanto, que a formação do conceito, já deficiente, pelos erros e equívocos encontrados nos livros

didáticos associados à falta de discussão em sala de aula com assuntos relacionados ao cotidiano do aluno provoca um distanciamento cada vez maior do que a comunidade cientifica produz e do que se aprende na escola.

A questão cinco refere-se a escolaridade e todos os alunos entrevistados pertencem à 3ª série do Ensino Médio. A sexta questão "Na escola você estudou genética? Em que série? Do que se recorda?" foi realizada com o intuito de verificar se alguns conceitos haviam sido fixados durante a escolaridade desses alunos. Para melhor análise dividimos essa questão em três e realizamos categorias separadas para cada uma delas.

A primeira parte consta da questão se esse aluno já estudou genética onde a resposta foi à mesma para todos. Todos já haviam estudado genética no decorrer de sua vida escolar. A segunda parte referia-se a que série o aluno havia estudado genética. Para analise dessa parte foi elaborada a tabela 13 de categorias que segue:

Tabela 13: Categorias referentes à segunda etapa de analise da sexta questão

Série em que estudou genética	Alunos
8ª série EF e 3ª série EM	1, 6, 7, 8, 25, 26, 33, 34
7ª série EF	2, 3, 11
3ª série EM	4, 5, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36

Um fato interessante é que os alunos entrevistados estudaram genética no início desse ano letivo porém alguns relataram ter estudado genética apenas na 7ª série do Ensino Fundamental e os demais indicaram ter aprendido genético nesse ano letivo.

Na terceira e última parte da análise da sexta questão, os alunos relataram do que se recordam de seu estudo de genética, uma vez que todos afirmaram ter estudado genética na

escola. Nesta questão também foi montada uma tabela de categorias, tabela 14, que se encontra representada a seguir.

Tabela 14: Categorias relacionadas a 6ª questão da entrevista com alunos do Ensino Médio

Categorias referentes a que os alunos se recordam do ensino de genética	Alunos
Relataram sobre o sistema RH e as transfusões sangüíneas	1, 4, 23, 24, 25, 26
Associaram a combinação de genes	2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 27, 29, 35
Comentários sobre a 1ª e 2ª Lei de Mendel	4, 6, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 28, 35
Lembraram-se do sistema ABO (grupos sangüíneos)	4, 6, 8, 9, 23, 24, 26, 35
Relataram lembrar-se de tudo, mas não forneceram nenhum exemplo ou fizeram alguma associação	5, 35
Comentários sobre a determinação de características hereditárias	6
Fizeram menção a Eritoblastose Fetal	8, 9
Relataram a questão de cruzamento de animais	10
Relataram não se recordar	12
Associação entre genótipo e fenótipo	19
Comentários sobre genes dominante e recessivo, co-dominância e cromossomos	19
Relataram o fato de apenas algumas doenças serem hereditárias	21
Falaram sobre fenômenos de hereditariedade (a expressão sem exemplificações)	22
Associaram que nem todas as doenças genéticas são hereditárias	32
Não relataram do que se recordam	31, 33, 34

Quando pedimos para que os alunos relatassem do que se lembravam da genética encontramos as mais variadas respostas. A resposta que encontramos com maior freqüência descreviam as Leis de Mendel (1ª e 2ª). Acreditamos que isso deve-se ao fato dos livros didáticos trazerem em seus capítulos muito da genética mendeliana, sem se aprofundar em

unesp

outros estudos. Um outro assunto encontrado em evidência no livro didático, para explicar alelos múltiplos, foi o de grupos sanguíneos onde comentários sobre as transfusões sanguíneas são realizados. Com esse dado em mãos, podemos inferir o porquê da segunda maior freqüência de resposta ser exatamente sobre grupos sanguíneos.

Outros alunos usaram de termos da própria entrevista para responder do que se recordavam e algumas expressões ficaram soltas, o que nos fez perceber a falta do conceito em questão. Alguns relataram não se recordar demonstrando que, para esse aluno, os conceitos, na área de genética, não foram realmente aprendidos e que, provavelmente, esse aluno terá dificuldades no entendimento das notícias vinculadas pela mídia que ele ouvirá no decorrer de sua vida. Dois alunos, no entanto, relataram lembrar-se de tudo que foi estudado de genética, mas não conseguiram fazer associação de nenhum conceito de genética quando instigados, o que nos leva a questionar, até que ponto esses alunos realmente recordam-se de tudo que foi explicado ou essa resposta foi dada com o intuito de, realmente, não discutir sobre o problema em questão.

Comentários pontuais foram encontrados durante toda a entrevista, conceitos de genética dispersos, colocados como se não tivessem significados mais profundos. Esse fato nos demonstra a fragmentação do conteúdo, o que também foi encontrado na analise dos livros didáticos e no discurso dos professores entrevistados. Essa fragmentação do conteúdo demonstra claramente uma não formalização que irá prejudicar o entendimento posterior sobre outros assuntos que possam surgir através dos meios de comunicação. Entendemos que o papel da escola é fornecer subsídios para que os alunos possam, posteriormente, integrar-se à sociedade e serem agentes críticos e participativos e que possam realizar suas próprias escolhas, como nos indica o PCN de Ensino Médio.

3.2.3 – Integrantes da Sociedade em Geral

Foram entrevistados indivíduos escolhidos aleatoriamente na população que concluíram o Ensino Médio, foram entrevistados com abordagem direta e o roteiro utilizado encontra-se anexado neste trabalho.

As análises qualitativas enfatizaram a formação do conceito de hereditariedade dos indivíduos entrevistados para avaliar como a linguagem pode influenciar nesse processo de formação de conhecimento cientifico, quais os pressupostos e conhecimentos prévios de genética são necessários para a compreensão do conhecimento científico em questão.

Questionário realizado com integrantes da sociedade em geral e que não eram professores da Rede Estadual de Ensino.

Com relação à primeira questão "O que você entende por hereditariedade?" A tabela 15 indica, através de suas categorias, as respostas dos integrantes da sociedade em geral a essa questão.

Tabela 15: Categorias das respostas obtidas na primeira questão da entrevista com cidadãos

	1	2	3	4	5	6	7
Relacionaram o conceito de hereditariedade com parentesco (utilizando-se do termo adquirido)	x						
Relataram que a hereditariedade influencia em características fisicas e psicológicas	x						
Comentários sobre gene e DNA provenientes dos pais		x		x		x	x
Relataram sobre características genotípicas herdadas			x				
Indicaram como sendo transmitida de geração a geração			x				x
Demonstrada como fator determinante para doenças			x				
Relataram como transmissão de características entre indivíduos da mesma espécie					X		

Observando essas categorias percebemos uma forte tendência as explicações que contém o termo DNA, acreditamos que esse fato se deve a divulgação recente na mídia sobre o sequenciamento do Genoma Humano. E, também, a idéia de genético e hereditário como sendo transmitido de geração em geração.

Na segunda questão "Você já ouviu falar sobre alguma doença hereditária? Qual?" foram ressaltadas, na tabela 16, as seguintes doenças:

Tabela 16: Categorias referentes às respostas obtidas na segunda questão da entrevista com cidadãos

	1	2	3	4	5	6	7
Diabetes	x				x	x	
Hipertiroidismo	x						
Câncer	x		x		x	x	x
Doenças cardíacas	x			x			
Síndrome de Down		x	x				
Daltonismo		x					
Miopia		x					
Fenda palatina			x				
Hipertensão						x	
Osteoporose						x	

Para os indivíduos da sociedade em geral a doença de maior freqüência relatada foi o câncer que é justificável pela cidade em que a pesquisa foi realizada (Jaú) que tem um grande hospital especializado no tratamento dessa doença. Logo em seguida encontramos referência novamente a diabetes. Ressaltamos que ao encontrar a menção da mesma doença nos dois grupos estudados percebemos que aquilo que está presente no cotidiano dos

indivíduos e que os faz perceber que as pessoas da mesma família apresentam a mesma doença é muito mais efetivo do que todo o conceito transmitido ou aprendido na escola.

Apesar da percepção desse fato, mencionado anteriormente, a maioria dos indivíduos entrevistados relatam terem as informações sobre genética na escola. Apenas alguns relataram que obtiveram as informações de experiências do cotidiano. Nesse grupo entrevistado, também observamos a presença de informações advindas dos meios de comunicação sobre os assuntos referentes à genética.

Na terceira questão sobre "Onde você obteve essas informações? (referentes à questão 1 e 2)" Levantamos as seguintes informações descritas na tabela 17.

Tabela 17: Categorias extraídas das respostas da terceira questão da entrevista

	1	2	3	4	5	6	7
Relataram ter obtido as informações na escola (Ensino Médio)		x	x	x	x	x	
Relacionaram as informações com as experiências do cotidiano	x			x			x
Relataram ter obtido as informações na faculdade			x				
Afirmaram ter extraído as informações de leituras realizadas				x			x
Relataram ter as informações através da mídia (TV)		x			x		

A maioria dos entrevistados relata terem obtido as informações sobre genética na escola. Alguns relatam informações de experiências do cotidiano, da TV ou ainda de leituras na área. Percebemos, através dessas respostas, como os indivíduos recebem informações das mais variadas fontes e a formação do conceito é importante para que esse indivíduo consiga entender, questionar e decidir sua opinião sobre os fatos.

Na quarta questão "Qual a sua escolaridade?" Observamos que todos os indivíduos haviam cursado o ensino superior como nos indica a tabela 18.

Tabela 18: Categorias referentes à quarta questão da entrevista

	1	2	3	4	5	6	7
Superior completo		x	x	x	x		x
Pós-graduação	x					x	

Os indivíduos entrevistados tinham cursado o ensino superior e, mesmo assim, apresentavam dificuldades em explicar e exemplificar os conceitos discutidos durante as entrevistas. Talvez essa dificuldade possa estar relacionada ao grande número de informações que os indivíduos recebem através dos meios de comunicação que acabam por confundir e dificultar o entendimento dos conceitos.

Na última questão "Na escola você estudou genética em que série? Do que você recorda?" Na tabela 19 encontramos as categorias de respostas.

Tabela 19: Categorias referentes ao estudo de genética na educação formal.

	1	2	3	4	5	6	7
Relataram ter visto na escola, no Ensino Médio.		x			x		x
Relataram ter visto na escola, no Ensino Fundamental, Médio e Faculdade.			x				
Relataram ter visto apenas no Ensino Superior						x	

Apesar da questão anterior os indivíduos demonstrarem ter aprendido genética na escola, nesta questão percebemos duplicidade na informação, pois apesar de serem

enfáticos na terceira questão, em relatar a escola, quando perguntamos do que se recordam esses conceitos ficam dispersos e a escola já não é mais citada pela maioria. Esse fato nos mostra como os meios de comunicação que divulgam as novas descobertas científicas influenciam na vida cotidiana de todos.

Quando perguntados do que se recordam em genética pudemos montar a tabela de categorias que relaciona os conceitos demonstrados pelos entrevistados a questão realizada, a tabela 20, que segue, mostra esses dados.

Tabela 20: Categorias relacionadas a que os entrevistados se recordam de genética.

	1	2	3	4	5	6	7
Relataram não recorda do que estudaram	x			x		x	
Comentários sobre a representação de genes nos exercícios (Aa/Bb)		x					
Relataram sobre DNA e cromossomos		x					X
Comentários sobre células e mitocôndrias		x					X
Indicaram recordações sobre cálculos de probabilidade de acontecimentos genéticos			x				
Relataram sobre o estudo dos grupos sanguíneos (sistema ABO)			x				
Indicaram o estudo de doenças hereditárias			x				
Relacionaram o efeito do gene com o ambiente					x		

As pessoas solicitadas a responder as questões, referentes aos conceitos de hereditariedade, responderam com entusiasmo e percebemos que não estavam com nenhum tipo de receio em relatar o que sabiam, ou não, sobre o tema em questão. Notamos também que quando se fala em hereditariedade muitos se confundem nos conceitos e não conseguem distinguir a origem do aprendizado, se este ocorreu na escola, ou através de

material de divulgação cientifica. Com o passar do tempo novas informações vão sendo agregadas a conceitos presentes na mente das pessoas e esse contínuo aprender realmente dificulta a localização de determinado conceito aprendido.

CAPÍTULO IV

DISCUSSÃO

Neste capítulo discutiremos as contribuições que essa pesquisa pode trazer para o ensino de genética, inclusive, algumas sugestões de como utilizar metodologias no ensino de genética para o Ensino Médio.

Enquanto analisamos os livros didáticos de ciências e biologia notamos que os conteúdos estão dispostos de maneira linear e seqüencial. Essa organização favorece a visão da ciência como algo contínuo, seqüencial, sem grandes debates, produto de determinados gênios e pronto e acabado; Dificultando assim, que os alunos construam seus conhecimentos. Os capítulos trazem os assuntos de genética pelas Leis de Mendel já introduzindo um número considerável de termos que são novos para os alunos dificultando o entendimento e a interpretação do próprio texto, quanto mais dos conceitos de genética.

Esse estudo linear e seqüencial não permite discussões com os alunos e a contextualização surge, geralmente, no final dos capítulos quanto se começa a falar sobre genética humana. Até então o estudo é voltado para a genética animal e vegetal e os exemplos fornecidos nos livros didáticos reforçam essa idéia centrada na genética animal e vegetal.

Como nos indica Nicolas (2003), para que se possa ensinar ciências é necessário alguém que queira aprender. Para nós, fica evidente, a necessidade do professor em estimular o aluno a esse interesse em aprender. Sugerimos, com base nesses comentários, que os assuntos de genética sejam introduzidos por textos atuais que discorram sobre recentes descobertas cientificas no campo da genética, preferencialmente, textos que tenham como tema central à genética humana que, permite uma maior contextualização aos alunos. Corroborando com essas idéias também temos o artigo de Becerra (2002) que indica a Biologia, e principalmente, a genética como um dos mais importantes focos de contextualização do conhecimento cientifico adquirido.

Outro caminho a ser percorrido seria o uso de exemplos de doenças hereditárias para introduzir o assunto genética. Para isso, os professores fariam levantamentos de casos de doenças hereditárias nas famílias de seus alunos e, posteriormente, discutiria as questões de transmissão de características hereditárias, conceitos e termos em genética. Esse caminho torna-se particularmente importante uma vez que, percebemos nos alunos, durante toda a coleta dos dados, que as explicações fornecidas pelo senso comum, já estão interiorizadas. Os alunos observando o que acontece a sua volta, estabelecem relações com aquelas explicações fornecidas ou pelos meios de comunicação ou pelas pessoas que estão

próximas a ele e que apresentam respostas sobre as doenças hereditárias que reconhecem em seu dia-a-dia.

A questão do senso comum, em particular, é uma questão que nos preocupou muito durante a realização dessa pesquisa uma vez que, esses termos apreendidos estão fortemente arraigados nos alunos e por vezes fornece uma barreira ao estudo de genética descontextualizado. Quando os livros iniciam seus capítulos de genética com as Leis de Mendel distanciam a contextualização e dificultam o entendimento dos alunos.

Não queremos que se deixe de estudar Mendel, pois sabemos da importância que se tem o estudo da história da ciência, que discorreremos a seguir, apenas ressaltamos a importância de introduzir um determinado assunto a partir de algo que faça parte do cotidiano dos alunos. Começar esclarecendo os exemplos que ele tem ou ouve em seu cotidiano é uma metodologia que pode fornecer melhores resultados. Percebemos durante nossas entrevistas que os alunos ainda confundem termos em genética por observar exemplos diariamente e estes, não obedecem as regras mendelianas simples.

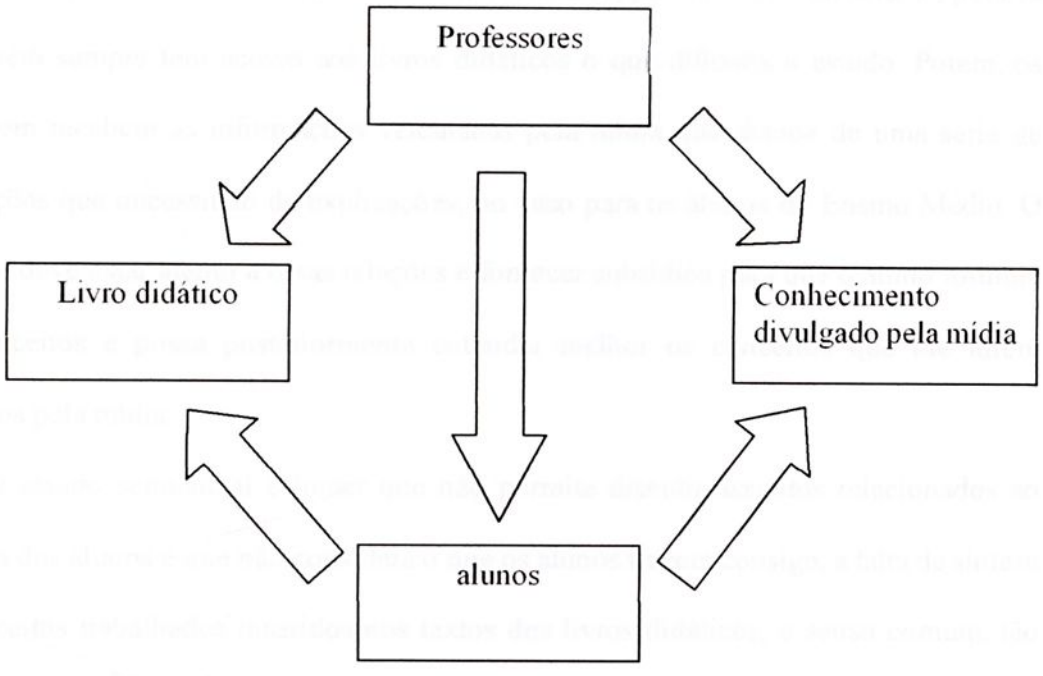
Outro fato que gostaríamos de ressaltar é a falta de síntese dos conceitos estudados. Nos livros e pela fala dos professores percebemos que os conceitos estão inseridos dentro dos textos didáticos, mas, não são evidenciados e discutidos para que os alunos apreendam esses conceitos tão importantes, para que, posteriormente eles possam compreender quando os assuntos relativos à genética forem publicados na mídia ou até mesmo quando uma doença genética estiver presente em sua família.

No início desse trabalho montamos uma breve revisão histórica do caminho das descobertas cientificas na área da genética o que nos possibilitou uma visão ampla da construção de conceitos científicos. O professor também poderia utilizar desse recurso da

História da Ciência para construir, com os alunos, os conceitos científicos que influenciam diretamente o estudo da Genética. Além disso, é importante ressaltar o momento histórico e como a sociedade, a economia e os interesses políticos podem influenciar no desenvolvimento das pesquisas nas mais diversas áreas. Esse enfoque histórico permite também demonstrar que a Ciência não é algo pronto e acabado, que ela está em constante transformação e que a cada dia novas descobertas estão acontecendo, sempre influenciadas pelos interesses da sociedade de cada época. Sendo assim, a questão do sequenciamento do Genoma Humano, e de tantos outros animais e plantas que estão ocorrendo, podem ser discutidos dentro de uma contextualização histórica observando as implicações dessa descoberta.

O esquema, a seguir, exemplifica de maneira mais objetiva os relatos colocados nessa discussão, indicando como ocorre a interação entre professores, alunos e como o livro didático intervem nessa relação.

O livro didático é utilizado pelos professores, mas os alunos de Ensino Médio não tem os livros em mãos como os alunos do Ensino Fundamental. Os conhecimentos divulgados pela mídia também perpassam pelas discussões escolares e por isso ele também foi acrescentado nesse quadro que segue.



Pelo esquema formulado percebemos que o professor pode transitar pelos conhecimentos tanto do livro didático como aqueles fornecidos pela mídia. Os alunos também recebem influência direta do professor. Essa relação que deveria ser bem estabelecida, para o professor, acaba sendo fragilizada. O professor apóia-se em textos didáticos tenta fornecer a formulação dos conceitos por meio desses textos e acaba esquecendo das duas outras vertentes desse quadro. Uma que é o próprio aluno e outra que são as informações que esse aluno e a mídia trazem consigo que influencia diretamente no processo de aprendizagem.

Observando a fala dos professores percebemos que as relações que deveriam ocorrer entre o livro didático, as informações que os alunos trazem e as divulgações na mídia não acontecem. Mesmo depois de alunos relatarem casos de doenças hereditárias em suas famílias, os professores relatam que a aula não alterou seu curso normal demonstrando que não houve a utilização dos exemplos fornecidos pelos alunos.

A relação do aluno com o livro didático torna-se, por vezes, inconsistente, pois os alunos nem sempre tem acesso aos livros didáticos o que dificulta o estudo. Porem, os alunos tem recebem as informações veiculadas pela mídia que dispõe de uma serie de informações que necessitam de explicações, no caso para os alunos do Ensino Médio. O professor deve estar atento a essas relações e fornecer subsídios para que o aluno formule seus conceitos e possa posteriormente entender melhor os conceitos que lhe forem fornecidos pela mídia.

O estudo seqüencial e linear que não permite discutir assuntos relacionados ao cotidiano dos alunos e que não considera o que os alunos trazem consigo, a falta de síntese dos conceitos trabalhados inseridos nos textos dos livros didáticos, o senso comum, tão fortemente interligado com o cotidiano dos alunos que permite fazer relações causais não observáveis nos textos dos livros didáticos, a falta de contextualização os termos sempre relacionados à genética vegetal e animal e pouco a genética humana e a inexistência de um estudo da historia da ciência monta, para nós, um quadro que dificulta o aprendizado do aluno dentro da sala de aula.

Os professores precisam utilizar-se mais dos meios de comunicação e das informações que eles veiculam para auxiliar no processo de construção de conhecimento sólido nos alunos. Se as interações ocorrerem de maneira efetiva os alunos entenderão as observações do senso comum com conceitos científicos bem elaborados, contextualizados e que permitiram o entendimento futuro de novas observações que possam ocorrer.

Percebemos claramente a importância desse fato, uma vez que as pessoas integrantes da sociedade que foram entrevistadas e que já saíram da escola trazem consigo uma grande carga de concepções de senso comum. Essas pessoas entrevistadas, apesar da

escolaridade, têm dificuldades em conceituar os termos solicitados. Podemos inferir que essa dificuldade também se apresente quando, recebem novas informações provenientes da divulgação da ciência pelos meios de comunicação em geral.

O papel da escola e do professor tem se mostrado cada vez mais importante. Na velocidade de crescimento do conhecimento cientifico uma boa formação de conceitos é fundamental para um bom entendimento das divulgações das novas descobertas cientificas. Fica cada vez mais evidente a necessidade de um ensino voltado ao esclarecimento do mundo que nos rodeia, o entendimento desses fenômenos faz do aluno cidadão, promove a sua integração com o meio em que está inserido e conduz a decisões que possam ser tomadas com uma visão mais ampla dos processos sociais que envolvem as novas descobertas cientificas.

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Corroborando com os dizeres Cruz, *et al* (2000) que nos mostra os diferentes caminhos que o ensino de Genética pode traçar, visto a grande diversidade de especializações dentro da área, nosso trabalho também percebeu essa gama de oportunidades que a genética pode oferecer ao professor e ao aluno. Porém, ao mesmo tempo em que expande os temas dificulta o trabalho do professor que deve estar atento a todos os acontecimentos dentro dessa vasta área chamada genética.

Em contra partida os livros didáticos, analisados, não dispõem de uma atualização freqüente dos textos centrais, apenas encontramos, em alguns casos, livros que acrescentam, em seu rol de atividades extras, textos extraídos de jornais ou revistas que não enfocam ou aprofundam corretamente o assunto explanado.

Os alunos e indivíduos, da sociedade em geral, acabam vendo-se em um emaranhado de informações que não conseguem entender e a prática da cidadania, indicada no PCN, acaba por ser negada a esses indivíduos que não transpõem conhecimento escolar ao conhecimento de seu dia-a-dia.

Os livros didáticos não acompanham as novas descobertas e tecnologias. Acreditamos que não será possível, realmente, que o livro modifique-se simultaneamente as modificações do meio acadêmico, mas trazer conceitos que já não são mais estudados, da forma como mostrados, há muito tempo acaba por comprometer o entendimento geral do estudante.

Encontramos dificuldades, entre os professores, em exemplificar como discutem os conceitos de hereditário e genético. Essa mesma dificuldade encontramos nos livros didáticos que não trazem com clareza a distinção entre esses dois conceitos. Nos relatos dos professores também não encontramos explicitações dessas discussões em sala de aula. Mediante todos esses fatos podemos considerar que o aluno realmente começa a colocar em dúvida o que aprende na escola e o que aprende no seu dia a dia acabando por conceber que a idéia fornecida no seu cotidiano é mais coerente que a fornecida na escola, uma vez que ele consegue observar os fenômenos que são relatados por pessoas de seu convívio social, mas, não consegue verificar com a mesma freqüência os fenômenos relatados na escola.

Sabemos que hoje existem diversos recursos, inclusive multimídia, para o ensino de genética o que facilitaria o entendimento de muitos conceitos, porem não encontramos, nos relatos dos professores, nenhum que se utiliza meios diferentes para explicar os conceitos abordados.

Devemos também levar em conta à falta de tempo relatado pelos professores do Ensino Médio que dificulta uma discussão mais aprofundada do assunto em questão, não permitindo que os alunos explorem todas as suas duvidas e todas as potencialidades de informação encontrada no ensino de Ciências e Biologia. A falta de tempo fora da sala de aula e outro elemento dificultador para o professor que não consegue acompanhar todas as informações e reportagens presentes na mídia ou em artigos e revistas especializadas. Estas últimas, por sua vez, não tem uma veiculação tão ampla como os jornais e revistas não especializadas que acabam sendo a fonte de informação dos professores da Rede Publica de Ensino provocando a transmissão de erros conceituais encontrados nesses livros como nos mostra Perez (2003).

Devemos considerar o grande avanço da genética nas décadas mais recentes. Novos conhecimentos são produzidos constantemente em virtude das novas técnicas desenvolvidas pela Genética molecular que alterou todo o cenário dos conceitos relacionados à Genética justificando, em parte, a formação não consistente dos conceitos relacionados à área da genética.

Por outro lado, salientamos a importância do conhecimento genético e dos novos avanços tecnológicos na área para que os indivíduos possam compreender as discussões de caráter ético sobre as manipulações genéticas, ou ainda, que ele saiba discernir sobre questões que influenciem diretamente no seu cotidiano. A dimensão pública da ciência

nunca esteve tão evidente como nos últimos anos até os movimentos relacionados ao ensino de ciências estão observando uma nova vertente que foi intitulada "Compreensão publica da Ciência" que se preocupa com o entendimento da ciência e de suas inovações tecnológicas entre integrantes da sociedade em geral.

A importância do entendimento desse fato fica mais clara e evidente quando ressaltamos as discussões na imprensa e as mudanças de legislação que estão ocorrendo e que o indivíduo necessita da compreensão do conceito, para que ele possa entender e participar desse e de outros processos que estão presentes na sociedade atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTH, M. A.; MALDANER, O. A., *A inserção do debate epistemológico no âmbito da educação em ciências.* IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

BASTOS, F., *Construtivismo e ensino de ciências.* In: Nardi, R. *Questões atuais no Ensino de Ciências.* Escrituras, 2001.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K., *Investigação qualitativa em educação.* Tradução Maria J. Alvarez, Sara B. Santos e Telmo M. Baptista. Porto – Portugal: Porto Editora. LDA, 1994.

BRASIL. MEC. SEF. *Parâmetros Curriculares para o Ensino Fundamental – Ciências Naturais.* Brasília, 1998.

BRASIL. MEC. SEF. *Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.* Brasília, 1998.

BRITO, L. D.; SOUZA, M. L.; FREITAS, D., *A busca de um dialogo sobre a natureza do conhecimento cientifico e a relação CTSA na formação de professores (as) de ciências e biologia.* IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

BRODOY, D. E., BRODOY A. R., *As sete maiores descobertas cientificas da historia.* Tradução Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 4ª edição, 1999.

BUTTERFIELD, H., *The origins of Modern Science 1300 – 1800.* New York: The Free Press, 1965.

CUSTÓDIO, J. F.; RICARDO, E. C., *Divulgação cientifica e industria cultural: considerações acerca de uma semiformação.* IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

DAWKINS, R., *O gene egoísta.* Tradução de Geraldo H. M. Florsheim. Belo Horizonte: Ed Itatiaia, 2001.

DETREGIACHI, C. R. P.; ARRUDA, M. S. P., *Livros didáticos de ciências: propostas de um instrumento de analise.* IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

DOREA, G.; SEGURADO, R., *Continuidades e descontinuidades em torno do debate cientifico.* São Paulo Perspec. v.14 n.3 São Paulo jul./set. 2000.

FAVARO, R. D.; *et al, Engenharia genética e biologia molecular: possibilidades e limites do trabalho do professor de biologia do ensino médio.* IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

GROS, F.,*Os segredos dos genes.* Tradução de Ana Sampaio. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1991.

GUERIN-MARCHAND, C.; *Manipulações genéticas.* Tradução: Catarina Dutilh Novaes. Bauru, SP: EDUSC, 1999.

JUSTINA, L. A. D.; RIPPEL, J. L., *Ensino de genética: representações da ciência da hereditariedade no nível médio.* IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

LURIA, S. E., *Vida: experiência inacabada.* Tradução Ana Mazur Spira. Belo Horizonte: Ed Itatiaia; São Paulo: Ed da Universidade de São Paulo, 1979.

MARANDINO, M.; *et al, A educação e a divulgação cientifica: o que pensa quem faz?* IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

MARTIN-DIAZ, M. J., *El papel de las ciencias de la naturaleza en la educacion a debate.* Revista Iberoamericana de Educación, Madri, nº33/2, 2004.

MASON, L. F.; PHIL, M. A. D., *Historia da Ciência – As principais correntes do Pensamento científico.* Tradução de Flavio e José Vellinho de Lacerda. Rio de Janeiro: Ed Globo, 1ª edição, 1964.

MORIN, E., *Ciência com consciência*. Tradução Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Doria – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I., *O texto de genética do livro didático de ciências: aspectos composicionais*. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

NETO, M. J.; FRACALANZA, H., *O livro de ciências: problemas e soluções*. Ciência e Educação/ Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Volume 9, Número 2, 2003.

PEREZ, J. R. B.; CALUZI, J. J., *A divulgação cientifica e as distorções do invariante massa-energia relativístico*. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

PONDÉ, L. F., *Cultura genética. Vertigem ontológica e dissolução do conceito de "natureza"*. São Paulo Perspectiva, vol. 14, n. 3, São Paulo, jul/set, 2000.

RIVAL, M.; *Os grandes experimentos Científicos*. Tradução Lucy Magalhães; revisão técnica, Henrique Lins de Barros – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1997.

ROSS, S. D., *Aristoteles*. Lisboa - Publicações Dom Quixote, 1987.

SCHEID, N. M. J., *et al, A proposição do modelo de DNA: um exemplo de como a historia da ciência pode contribuir para o ensino de genética.* IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

SILVA, J.; NETO, A. S. A., *DNA & Ambiente: uso do ensaio cometa como ferramenta para discussão interdisciplinar de lesão e reparo do DNA na pós-graduação em ensino de Ciências.* IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

SOARES, M. Linguagem, cultura e cognição – diversidade lingüística e pensamento. Belo Horizonte, Autêntica, p 51-62, 2001.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E., *O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para analise do conteúdo zoológico.* Ciência e Educação/ Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Volume 9, Número 1, 2003.

ZANCAN, G. T., *Educação científica: uma prioridade nacional.* São Paulo Perspectiva, vol. 14, n. 3, São Paulo, jul/set. 2000.

ZATZ, M., *A biologia molecular contribuindo para a compreensão e a prevenção das doenças hereditárias.* Ciência Saúde coletiva, volume 7, número 1, Rio de Janeiro, 2002.

ZUANON, A. C. A.; DINIZ, R. E. S., *Aulas de biologia e a participação dos alunos: conhecendo como um grupo de estudantes do Ensino Médio avalia uma experiência.* IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

Apêndices

Apêndices

Protocolo – Pesquisa sobre Hereditariedade - Juliane C. Fabre Borges.
Unesp – Campus de Bauru – Mestranda em Educação para a Ciência

1. Como você ministra o conceito de hereditariedade a seus alunos? E o de gene?

2. Durante as aulas, de genética, já foi discutido sobre aconselhamento genético? E sobre doenças genéticas?

3. Se a resposta da pergunta anterior foi afirmativa, em que contextos foram discutidas essas questões?

4. Algum aluno já manifestou a existência de uma doença hereditária em sua família? Como foi conduzida a aula após esse comentário?

Grata pela atenção
Juliane Fabre Borges.

Protocolo – Pesquisa sobre Hereditariedade - Juliane C. Fabre Borges.
Unesp – Campus de Bauru – Mestranda em Educação para a Ciência.

1. O que você entende por hereditariedade?

2. Você já ouviu falar sobre alguma doença hereditária? Qual?

3. Onde você obteve essas informações? (referentes à questão 1 e 2).

4. Qual a sua escolaridade?

5. Na escola você estudou genética? Em que série? Do que você recorda?

Grata pela atenção
Juliane Fabre Borges

Protocolo – Pesquisa sobre Hereditariedade - Juliane C. Fabre Borges.
Unesp – Campus de Bauru – Mestranda em Educação para a Ciência.

1. Uma pessoa descobriu que tem uma doença de origem genética. Para que possa tomar atitudes em relação ao seu tratamento ela deve saber que:
   a) existem doenças genéticas que são hereditárias, outras não;
   b) doenças de origem genética são sempre hereditárias;
   c) genético é sinônimo de hereditário;
   d) doenças genéticas podem ser originárias de mutação e não hereditárias.

Justifique suas escolhas e assinale os termos que você não conhece.

2. O que você entende por hereditariedade?

3. Você já ouviu falar sobre alguma doença hereditária? Qual?

4. Onde você obteve essas informações? (referentes à questão 1, 2 e 3).

5. Qual a sua escolaridade?

6. Na escola você estudou genética? Em que série? Do que você recorda?

Grata pela atenção
Juliane Fabre Borges