UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCILEI BODANEZE ROSSASI

ABORDAGEM DA GENÉTICA MOLECULAR NOS LIVROS DIDÁTICOS PARA O ENSINO MÉDIO

FOZ DO IGUAÇU/PR.

2014

LUCILEI BODANEZE ROSSASI

ABORDAGEM DA GENÉTICA MOLECULAR NOS LIVROS DIDÁTICOS PARA O ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada como requisito parcial à conclusão do Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio, na modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Patricia do Rocio Dalzoto

FOZ DO IGUAÇU/PR.

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus por iluminar minha vida com oportunidades para aprender cada vez mais.

Agradeço ao meu esposo e companheiro, Célio, pelo apoio incondicional.

Às minhas filhas Caroline e Maiana a quem dedico o resultado do meu trabalho, diariamente.

Aos meus professores e, em especial a professora Dra. Patrícia do Rocio Dalzoto pela orientação e norte nesta pesquisa.

RESUMO

O estudo e compreensão da genética molecular pressupõem alguns pré-requisitos que nem sempre são abordados na educação básica, especialmente no ensino médio. O livro didático ainda representa o principal recurso utilizado pelo professor em suas aulas. Com o intuito de conhecer e contribuir para a melhoria da qualidade do ensino da biologia molecular, no nível médio, decidiu-se avaliar algumas coleções de livros didáticos. Foram selecionadas duas coleções, adotadas pelos professores da rede pública estadual do Paraná, na jurisdição do Núcleo Regional de Educação de Foz do Iguaçu/PR, as quais foram analisadas sob os seguintes aspectos: se os livros apresentam sessões com textos interdisciplinares abordando a genética molecular, quais termos são citados pelos autores, se são específicos ou gerais em genética e, ainda, se o nível de compreensão dos conceitos vai exigindo, dos estudantes, aprofundamento nos conteúdos ao londo do ensino médio. Para isso analisou-se 71 textos, distribuídos nos seis volumes (3 de cada coleção). Ficou evidente que os livros didáticos analisados abordam, de forma sutil, conteúdos e conceitos da genética molecular. Tal situação serve para reforçar quão necessária é reconhecer o Ensino Médio como etapa final da educação básica e, portanto, investir mais nesta fase, principalmente nos conteúdos e conhecimentos científicos. A superficialidade do ensino médio dificulta o acesso à universidade e consequentemente a formação plena de futuros profissionais e pesquisadores.

Palavras-chave: Genética Molecular. Ensino Médio. Livro Didático.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - 50 anos da Dupla Hélice.....15
Figura 2 - Organização do Genoma Humano..... 29
Quadro 1 - Descobertas importantes para o desenvolvimento da genética.....16
Gráfico 1 - Resultado da analise dos textos da sessão Ciência e Cidadania na Coleção Biologia - Amabis e Martho.....33
Gráfico 2 - Resultado da analise dos textos da sessão Temas para a Discussão na Coleção BIO - Sônia Lopes e Sérgio Rosso.....35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DNA - Ácido Desoxirribonucléico

RNA – Ácido Robonucléico

mRNA – RNA mensageiro

ABO – Grupos Sanguíneos do Sistema ABO

PGH – Programa Genoma Humano

OGM – Organismos Geneticamente Modificados

A – Base Nitrogenada Adenina

T – Base Nitrogenada Timina

C – Base Nitrogenada Citosina

G – Base Nitrogenada Guanina

U – Base Nitrogenada Uracil

NRE – Núcleo Regional de Educação

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica Nacional

SAEP – Sistema de Avaliação da Educação Básica no Paraná

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....8
1.1 JUSTIFICATIVA.....9
1.2 OBJETIVOS.....11
1.3 OBJETIVO GERAL.....12
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....12
2.1 A GENÉTICA MOLECULAR NO DIA A DIA DAS ESCOLAS.....12
2.2 O COMEÇO: DA GENÉTICA MENDELIANA À GENÉTICA MOLECULAR.....14
2.3 CONTRIBUIÇÕES DA GENÉTICA MOLECULAR.....27
3 METODOLOGIA.....30
4 RESULTADOS.....31
4.1 COLEÇÃO BIOLOGIA - AMABIS E MARTHO.....31
4.2 COLEÇÃO BIO - SONIA LOPES E SERGIO ROSSO.....34
5 CONCLUSÃO.....35
REFERÊNCIAS.....38

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais pesquisadores da educação e professores da área do Ensino da Biologia tem se preocupado com o ensino de temas atrelados à Genética Molecular, no Ensino Médio. Ao investigarem se estes conteúdos estão presentes nos livros didáticos e de que forma, ao observarem as concepções conceituais sobre termos básicos da genética, ao desenvolverem encaminhamentos metodológicos específicos para estes conteúdos, deixam clara a preocupação com o ensino e a aprendizagem de conteúdos tão importantes para a formação de cidadãos críticos.

As inovações legais no Sistema Educacional Brasileiro confirmam a preocupação em melhorar a qualidade deste sistema incluindo conteúdos diversificados e significativos para o processo de formação do entudante.

Nunes (2006) registra a seguinte informação no processo de avanço do Sistema Educacional Brasileiro:

> A partir de 1996, com a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional (nº 9394/96), o sistema educacional brasileiro passou por uma reestruturação, visando à melhoria da qualidade de ensino e o efetivo papel da escola na sociedade. O artigo 26 da LDB destaca a importância da flexibilização curricular, propondo a inclusão de conteúdos diversificados, que atendam as características sócio-culturais e econômicas de cada região ou escola. Em virtude das mudanças globais, a informação em tempo real e a influência do mercado na vida humana tornam a prática pedagógica mais do que apenas transferência de conhecimentos (NUNES, 2006).

O desenvolvimento da Genética mostra que temas relacionados a este ramo da Biologia estão cada vez mais presentes na mídia e se relacionam diretamente com decisões que a sociedade precisa tomar e que a escola não pode ficar alheia a isto. Não é apenas a mudança do conceito de gene que precisa ser compreendida, mas as implicações desse entendimento. Quando se compreende, como isso acontece a nível molecular abre possibilidades de aplicar este conhecimento em outras pesquisas as quais repercutem diretamente na vida das pessoas. O sequenciamento de um genoma é um bom exemplo disso.

Franzolin e Bizzo esclarecem que:

> O sequenciamento do genoma tem propiciado uma nova visão do DNA para o século XXI. Hoje se conhece, por exemplo, a abundância de transposições proporcionada pela mobilidade do DNA, pelas quais fragmentos de uma molécula, chamados de elementos móveis ou transponíveis, podem ser rearranjados em outros locais do genoma. Esse conhecimento traz consequências não só aos conhecimentos mais relacionados à área da Genética, mas também a outras áreas, tais como a Evolução (FRANZOLIN E BIZZO, 2012).

Durante muito tempo os conteúdos que abordavam genética, no Ensino Médio, se limitavam a situações matemáticas da genética mendeliana. Porém, hoje, isto não é suficiente. É preciso que os estudantes compreendam como ocorre, de fato, a relação entre genótipo e fenótipo. Compreendam, por exemplo, que as manifestações das características hereditárias resultam de fatores genéticos, ambientais e, ainda, pela interação que pode ocorrer entre os genes.

Dessa maneira fica evidente que o ensino de Biologia, na parte da genética, exige inovações a começar pelo material de apoio ancorado pela atualização permanente dos professores. Portanto o que se pretende é verificar como o material selecionado pelos professores como material de apoio pedagógico, comumente conhecido como livro didático, pode favorecer ou não estes encaminhamentos.

1.1 JUSTIFICATIVA

O que diria Mendel se vivesse hoje? Seria capaz de afirmar se um ou muitos genes são responsáveis pela cor ou pela textura das ervilhas. Mas isto não bastaria. Ele ainda indicaria a posição desses genes e mais, verificaria que um gene poderia apresentar sequência nucleotídica diferente, isto é, se o gene poderia apresentar versões alteradas, o que na prática se traduz em diferenças biológicas, isto é, em variabilidade.

Nossa sociedade mantém forte ligação com a Biologia e a Genética Molecular. Esta última tem apresentando grande avanço biotecnológico nos últimos anos. Compreender a ocorrência de fenômenos genéticos não é simples, pois se tratam de processos a níveis microscópicos, moleculares e invisíveis a olho nu.

Outro aspecto é que para compreender como estes fenômenos estão presentes na vida de todos os seres vivos há necessidade de conhecimento prévio neste assunto. A tentativa de aproximar as pessoas, principalmente os estudantes do nível médio da educação básica, dos conteúdos da genética molecular foi o que fomentou esta pesquisa. Fazer do cotidiano escolar oportunidades para analizar, de forma crítica, pesquisas e seus resultados. Que o estudante compreenda que 60 anos após a descoberta da dupla hélice do DNA, a genética e em especial a genética molecular, desenvolve pesquisas que prescisam ser discutidas e

analisadas em sala de aula, pois implicam direta ou indiretamente na vida das pessoas.

De acordo com Nunes (2010):

> As tecnologias existentes permitem sequenciar genomas inteiros e compará-los (genômica comparativa), elucidando principalmente a história evolutiva dos seres vivos. Pode-se estudar ômicamente as fases do desenvolvimento de um organismo, as características genéticas comuns e exclusivas de uma espécie, tecidos sólidos (muscular, ósseo etc) ou fluído (sangue e linfa). (NUNES, 2010, p.57).

A revolução genômica aumentou o conhecimento sobre o que é vivo em nosso planeta. Agora, as sequências do genoma humano e de outros seres vivos são conhecidas. Por isso, percebe-se que há uma unidade fundamental em todas as formas de vida. Essas novas técnicas e novos conhecimentos contêm promessas e precisam vencer muitos desafios. Diante deste contexto cabe a nós professores o compromisso de conhecê-las e aos estudantes o desejo de entender como a ciência sai dos laboratórios e chega à sala de aula e, ainda, de que forma que as pesquisas científicas procuram resolver problemas para melhorar a qualidade de vida da espécie humana e ao mesmo tempo garantir que as demais formas de vida sejam preservadas.

A experiência de mais de 20 anos como docente no Ensino Médio e em cursos pré-vestibulares, além do grande interesse pela genética molecular, motivou este trabalho. Percebe-se que para a maioria dos estudantes do Ensino Médio a genética, e em especial a molecular, causa certa estranheza. Há um pré-conceito de que é algo complicado, difícil e distante do mundo deles. Talvez isso aconteça por que ainda o foco do trabalho pedagógico esteja apenas na base teórica do conteúdo. Assim, a genética molecular é discutida como uma das áreas da biologia que estuda a estrutura e a função dos genes, obviamente a nível molecular. Mas o grande x da questão é fazer o estudante compreender como estas informações moleculares determinam padrões nas descendências. Isto é, a partir dessas microinformações, que todos os seres vivos possuem, é que uns se diferenciam dos outros, inclusive dentro da própria espécie.

> Todos os seres vivos, sem exceção, têm DNA escondido lá dentro de cada uma de suas células. Pode ser minhoca, jaguatirica, gato, cana-de-açúcar, flor, bactéria, você, cachorro de estimação; pode ser o parasita que causa doença de chagas ou o organismo mais simples que existe. Mesmo o vírus, que não são bem seres vivos, também têm DNA, ou uma molécula parecida com ela. Os seres vivos de espécies extintas: mamutes, dinossauro Homem de Neandertal; e também este molusco, tudo que tem ou teve vida sobre a face da Terra, pode procurar, que tem DNA. (DESSEN, 2009, p 6).

Imagina-se quão interessante é fazer o estudante compreender que para os pesquisadores as sequências de bases nitrogenadas A (adenina), T (timina), C (citosina) e G (Guanina) são como pistas ou roteiros de um mapa com um significado específico. Na medida em que se dispõem desses mapas e/ou roteiros podem-se estabelecer inúmeras investigações do campo da saúde ao da perícia criminal.

A partir de descobertas da Genética, ciência que estuda os genes, desenvolveram-se outros ramos como a biotecnologia, a engenharia genética, a clonagem molecular, a utilização terapêutica das células tronco. Tudo isso se relaciona com a genética molecular. Estes assuntos estão cotidianamente em pauta e, em inúmeras vezes como manchetes. A explicação para tantas publicações se justifica pela relação com a nossa existência e dos demais seres vivos.

De acordo com Seixas:

> Bem, em primeiro lugar, isso está relacionado diretamente com a nossa existência, pois a genética é a base do ser humano. Ela é responsável pelas nossas variabilidades e diferenças, bem como pelas nossas semelhanças. Todos nós apresentamos 46 cromossomos e cerca de 30.000 genes: portanto, numericamente somos todos iguais. Porém, a combinação desses genes e as permutações ocorridas no processo de divisão celular (a meiose, especificamente) garantem nossas diferenças (SEIXAS, 2005).

Embora pareça simples para quem está familiarizado com os conteúdos e termos da genética, para os estudantes do nível médio não é a mesma coisa. Exige-se que eles compreendam e que estabeleçam relações entre os mesmos. Na maioria das vezes, as informações chegam até eles através da mídia e de forma incompleta e eles buscam na sala de aula as explicações para sanar suas dúvidas. E é justamente nesta hora que além de o professor estar atendo a oportunidade de explorar a curiosidade e o interesse o material didático de apoio pode colaborar significativamente para o sucesso de sua sala de aula.

Pode-se ir além de conceitos básicos deixando claro que a Biologia Molecular não é nada além do que o estudo em nível molecular das questões relacionadas à hereditariedade e à evolução dos organismos vivos.

1.2 OBJETIVOS

Para atender a proposta da pesquisa estabeleceram-se os seguintes objetivos:

1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar os textos de apoio para os conteúdos de genética molecular, em duas coleções de livros didáticos, nas séries do nível médio, adotados na rede estadual de ensino do estado do Paraná, na jurisdição do Núcleo Regional de Educação de Foz do Iguaçu/PR.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do trabalho são:

a) Definir duas coleções de livros didáticos, de Biologia, adotadas na rede pública do Paraná, NRE de Foz do Iguaçu em 2013;
b) Identificar qual é a abordagem dos textos complementares, nestas coleções, para o ensino dos conteúdos de genética molecular;
c) Reconhecer a sequência dos conteúdos abodados e sua relação no processo de ensino.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A GENÉTICA MOLECULAR NO DIA A DIA DAS ESCOLAS

A genética molecular, assim como os demais ramos da genética apoiam-se na genética clássica, porém a primeira enfatiza a estrutura e a função dos genes a nível molecular. Existem pesquisadores que defendem a ideia de que a vida pode ser definida a nível molecular como consta na literatura, em estudos sobre a origem da vida, na hipótese do RNA. Considerando esta possibilidade conhecer que molécula é esta e compreender como ela atua é algo instigante se considerarmos a época em que estes processos ocorreram no planeta Terra.

Ferreira e Ferreira (2008) descrevem:

> Acredita-se que o que se formou primeiro com a função de ser o replicador primordial seja o RNA ou um precursor semelhante a esta molécula. A descoberta de que moléculas de RNA podem atuar como catalisadoras em sua própria formação, além de serem carregadoras de informação, sugere que o RNA ou uma molécula similar pode ter sido o primeiro gene e o primeiro catalisador. Isto é a base de uma teoria que poderia ser chamada de “mundo RNA”, proposta inicialmente nos anos 60 por Carl Woese,

> Francis Crick e Leslie Orgel, que deve ter sido importante na transição da química prebiótica à vida.

Embora esta hipótese seja bem aceita, pois esclarece vários aspectos sobre a evolução prébiótica, é necessário considerar que tanto o RNA como o DNA formaram-se a partir de moléculas e substâncias simples e que estavam presentes na Terra primitiva. E para provocar uma verdadeira polêmica em sala de aula, o conteúdo sobre a origem da vida, na grande maioria das vezes é abordado no primeiro bimestre da 1ª série do Ensino Médio. Nota-se, com frequência, que os alunos ao iniciarem o Ensino Médio não apresentam domínio satisfatório dos pré-requisitos necessário para a compreensão deste conteúdo. Aspectos básicos dos conteúdos de química, fundamentais para a genética molecular, são absurdamente estranhos para eles. Por isso é muito dificil abordar tal conteúdo e obter sucesso na aprendizagem logo no primeiro bimestre da 1ª série do Ensino Médio.

A frequência com que se publicam, nas diferentes mídias, notícias sobre genética molecular é cada vez maior. Mesmo assim, estes assuntos ainda têm pouca abordagem nos currículos escolares. Isso tem relação direta com o fato de um número significativo de professores, que atuam no nível médio, não possuiem atualização ou aperfeiçoamento nesta área.

Loreto e Sepel (2006) destacam a implicação da formação inadequada dos professores neste processo:

> O resultado da formação inadequada dos professores é um distanciamento progressivo, e rápido, entre o ensino "escolar" e a assimilação de conceitos informais, não sistematizados, através da mídia. Atualmente, o termo "DNA" faz parte do universo cultural de todo brasileiro que assista regularmente à televisão. Outros termos técnicos também estão sendo incluídos no vocabulário muito antes do ensino formal apresentá-los. Crianças de seis anos conhecem e usam termos como "mutantes" e "organismos geneticamente modificados" simplesmente por assistirem aos desenhos animados. Os professores de Biologia são constantemente expostos a situações que demandam posicionamento e explicações adicionais àquelas que o aluno traz para sala de aula e, na maioria das vezes, o professor não tem segurança para ordenar e conduzir discussões sobre temas complexos e polêmicos, como por exemplo: cultivo de células tronco, clonagem terapêutica ou reprodutiva, alimentos transgênicos ou terapia gênica (LORETO e SEPEL, 2006).

Percebe-se que nos cursos de graduação, para as licenciaturas, o que predomina é a formação teórica. Isto implica em dificuldades para o professor estabelecer relações entre a realidade e currículo escolar. Outro fator também importante refere-se às inovações metodológicas. O professor precisa adaptar-se, descobrir, inventar, selecionar encaminhamentos metodológicos de acordo com o

perfil de suas turmas, os conteúdos, os objetivos e as formas de avaliação. Ele precisa analisar de modo crítico como utilizar o recurso, por exemplo, o livro didático, conhecendo-o profundamente. Só assim ele poderá incorporar às aulas atividades pedagógicas diárias sugestões apresentadas pelo próprio recurso, o livro didático.

Outro aspecto bem interessante é que estão disponibilizados *on line*, muitas das atividades, textos, simulações, ilustrações, apresentadas nos livros. Muitas vezes o resultado é bem melhor se o conteúdo for trabalhado utilizando-se para isto recursos tecnológicos como a informática. Os adolescentes e jovens, têm afinidade pela informática, eles vivem conectados com a internet. Então por que não aproveitar isto para potencializar o ensino e a aprendizagem? Talvez este seja um desafio que os professores precisam superar.

2.2 O COMEÇO: DA GENÉTICA MENDELIANA À GENÉTICA MOLECULAR

Para entender a genética molecular é importante conhecer os principais estudos e pesquisas realizados ao longo de mais 125 anos e que contribuíram para o sucesso do Projeto Genoma Humano (PGH), tão falado nos dias atuais. Estes estudos aconteceram em diversas partes do mundo. Foi um esforço coletivo em prol de um objetivo comum: decifrar a sequência de três bilhões de pares de bases do DNA que se encontram nos cromossomos humanos. Isto só foi possível graças à soma de esforços de diversas equipes de pesquisadores que ao mesmo tempo e em lugares diferentes trabalhavam simultaneamente nessas investigações. A cada descoberta publicada as equipes que tinham interesses afins ficavam, então, sabendo que outros pesquisadores também estavam trabalhando com objetivos similares e isso permitia avançar na pesquisa. A equipe responsável pelas descobertas além do reconhecimento, certamente recebia royalties pelos desdobramentos a partir da utilização dos novos conhecimentos para os mais variados fins.

A figura 1 ilustra os 50 anos da descoberta da dupla hélice.

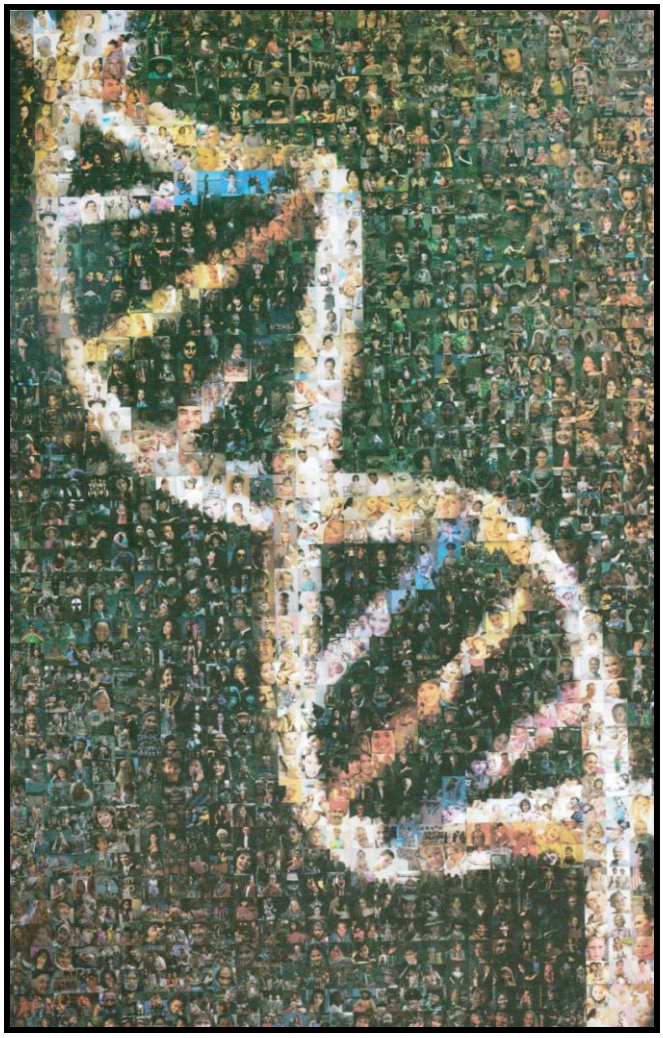
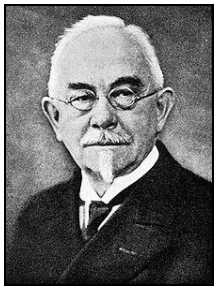
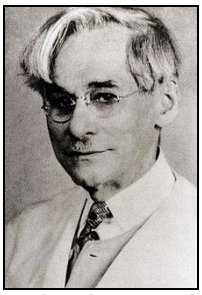
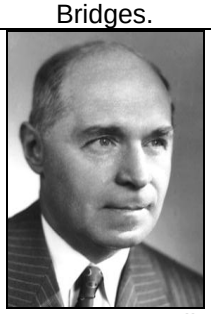
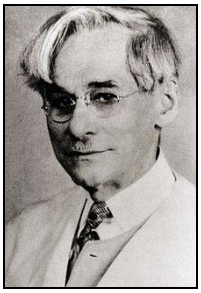


Figura 1: Ilustração comemorativa dos 50 anos da descoberta do DNA por Watson e Crick.
Fonte: WATSON; BERRY (2005).

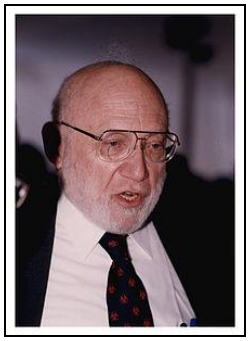
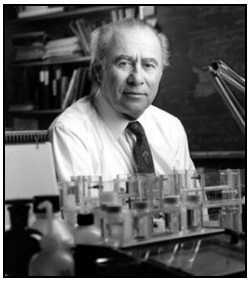
O quadro a seguir apresenta um breve histórico dessa corrida impulsionada pelo desejo de descobrir a sequência do código genético humano. O quadro está organizado de maneira a informar a data e o pesquisador ou equipe, o tema pesquisado e um breve relato sobre a ideia central da pesquisa.

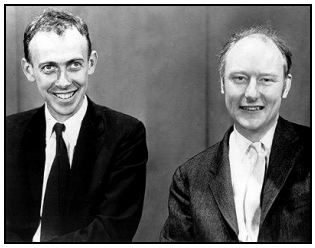
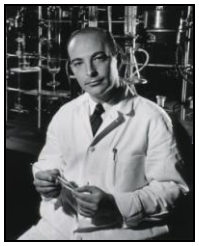
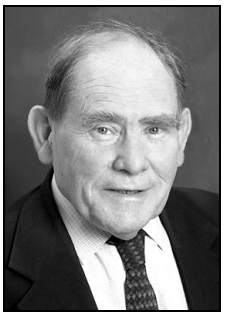
Data/Pesquisador	Tema da pesquisa	Breve resumo dos resultados e contribuições da pesquisa
1865 - Gregor Mendel	Herança Mendeliana	Mendel publicou os resultados dos seus trabalhos realizados com ervilhas do tipo *Pisum sativum*. Ele propôs que havia “unidades” de hereditariedade (que hoje chamamos de genes) que eram transmitidas de geração para geração, mesmo que algumas características não fossem expressas em todas as gerações, elas voltavam a aparecer. Atualmente, sabe-se que as teorias de Mendel são parcialmente válidas. No entanto, é unicamente dele o mérito de ter provocado o primeiro grande salto na história da ciência quanto à formulação das teorias sobre os mecanismos que regem a transmissão de características hereditárias.
1869 - Johann Friedrich Miescher	O DNA é isolado	Miescher isolou o DNA pela primeira vez. A descoberta do DNA ocorreu em 1869 e foi feita pelo bioquímico alemão Johann Friedrich Miescher. Analisando os núcleos de glóbulos brancos, Miescher descobriu a presença de um composto de natureza ácida que era desconhecido até o momento. Era rico em fósforo e em nitrogênio, desprovido de enxofre e resistente à ação da pepsina (enzima proteolítica). Esse composto, que aparentemente era constituído de moléculas grandes, foi denominado, por Miescher, nucleína.
1880 - Albrecht Kossel	Das bases Nitrogendas ao Ácido Nucléico	Em 1880, Albrecht Kossel, demonstrou que a nucleína continha bases nitrogenadas em sua estrutura, explicando o fato da nucleína ser rica em nitrogênio. Nove anos depois, Richard Altmann, que era aluno de Miescher, obteve a nucleína com alto grau de pureza, comprovando sua natureza ácida e dando-lhe, então, o nome de ácido nucléico.
1882 – Walter Flemming	O que são Cromossomos?	O alemão Walter Flemming descobriu corpos com formato de bastão dentro do núcleo das células, que denominou "cromossomos".

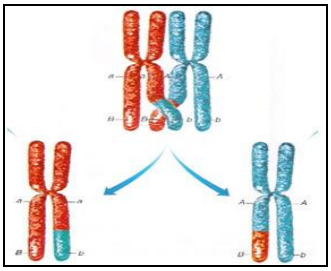
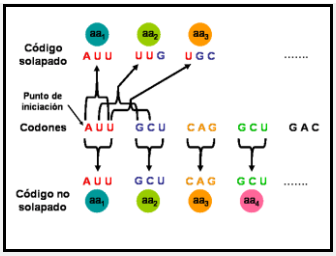
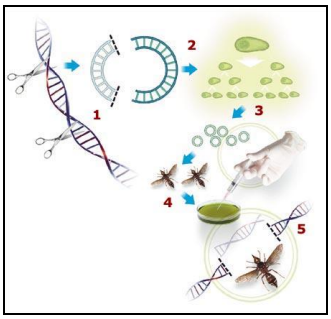
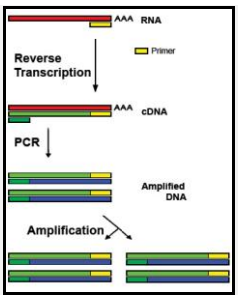
 1890 – Albrecht Kossel	A diferença que faz toda a diferença: Uracila ou Timina?	Em 1890, foi descoberto em levedura (fermento biológico) outro tipo de ácido nucléico, que possuía uracila ao invés de timina e ribose ao invés da desoxirribose. Dessa maneira, foram caracterizados dois tipos de ácidos nucléicos, de acordo com o glicídio que possuíam: · ácido ribonucléico (RNA) · ácido desoxirribonucléico (DNA)
 1902 – Walter Sutton	Partículas da hereditariedade	O norte-americano Walter Sutton e o alemão Theodor Boveri deram início à teoria cromossômica da hereditariedade (as "partículas" da hereditariedade estariam localizadas nos cromossomos).
 1909 – Wilhelm Johannsen	Genótipo e Fenótipo	O dinamarquês Wilhelm Johannsen introduziu o termo "gene" para descrever a unidade mendeliana da hereditariedade. Ele também utilizou os termos "genótipo" e "fenótipo" para diferenciar as características genéticas de um indivíduo de sua aparência externa.
 1912 – **Phoebus Levine** e Walter Jacobs	Dos Ácidos Nucléicos aos Nucleotídeos	Concluíram que o componente básico dos ácidos nucléicos era uma estrutura composta por uma unidade que se constituía numa base nitrogenada ligada a uma pentose, e esta por sua vez, ligada a um fosfato. Esta unidade foi denominada de nucleotídeo. Um ácido nucléico seria então uma molécula composta por vários nucleotídeos unidos entre si, ou seja, um polinucleotídeo.
 1915 – Thomas Hunt Morgan e seus alunos Alfred Sturtevant, Hermann	Disposição dos Genes	Publicam o livro "O Mecanismo da Hereditariedade Mendeliana", no qual relatam experimentos com drosófilas, as moscas -das-frutas, e mostram que os genes estão linearmente dispostos nos cromossomos.

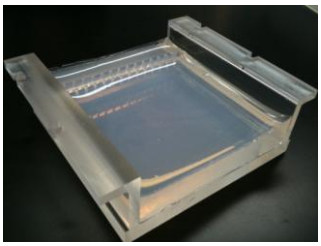
Joseph Muller e Calvin Bridges.		
 1927 - Hermann J. Muller	Alterações genéticas podem ser hereditárias?	Provou que os raios-X podiam causar mutações que passavam de uma geração para outra. Submetendo drosófilas a raios-X, observou que a freqüência das mutações aumentava cerda de cem vezes em relação à população não exposta.
1928 – Frederick Griffith	Absorção e transformação de DNA	Realizou uma série de experimentos que forneceram evidências que a informação genética está contida em uma molécula específica e não nas proteínas. Griffith estava tentando encontrar uma vacina contra Streptococcus pneumoniae, uma bactéria que causa pneumonia em mamíferos. Ele concluiu que células de pneumococos do tipo R adquiririam das células do tipo S a habilidade de sintetizar a cápsula de polissacarídeo. Griffith cultivou células do tipo S isoladas dos camundongos mortos. Porque as bactérias produziram células filhas encapsuladas, ele concluiu que o novo trato adquirido era hereditário. Esse fenômeno é agora chamado de transformação (assimilação de um material genético externo por uma célula).
 1931- Phoebus Aaron Levene	DNA e RNA: Ácidos Nucléicos recebem seu “RG” definitivo!	Trabalhando nos EUA, estudou a estrutura química dos ácidos nucléicos e identifica seus componentes básicos. Os termos "ácido desoxirribonucléico" e "ácido ribonucléico" (RNA) se tornam de uso comum.

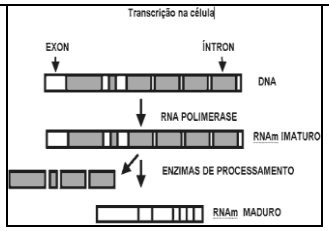
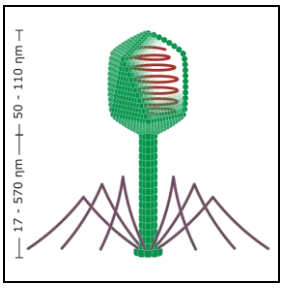
 1941 - Beadle e Tatum	Um gene uma enzima	Propuseram a teoria "um gene – uma enzima". Na atualidade esta teoria apresenta as seguintes falhas: a). Um gene pode especificar a síntese de uma cadeia polipeptídica que não apresenta nenhuma função enzimática (Ex.: Hemoglobina).b) Uma enzima pode ser constituída por mais de uma cadeia polipeptídica (Ex.: RNA polimerase é constituída por várias cadeias e, conseqüentemente, está sob o controle de vários genes. c) Um gene pode controlar a atividade de uma enzima especificada por outro gene.
 1943 **–** Salvadore Luria e **Max Delbrück**	Mutações: nasce a Biologia Molecular	Demonstra que a resistência (hereditária) de uma bactéria particular (Escherichia coli tipo B) a um vírus específico chamado T1, é uma propriedade adquirida pela bactéria antes de entrar em contato com o vírus. Dito de outra forma: o fenótipo hereditário não resulta da “adaptação” da bactéria póscontato com o vírus, mas sim de uma mutação genética prévia. Essa demonstração revelou-se fundamental na história da Biologia. É a prova formal que a teoria da evolução das espécies proposta por Darwin é correta na essência, enquanto que Lamarck, e a hereditariedade dos caracteres adquiridos, ficaram definitivamente enterradas.
 1944 – três médicos norte-americanos – Oswald T. Avery, Colin M. MacLeod e Maclyn McCarty	Enfim o DNA...	Demonstraram que a molécula que continha as informações transmitidas de geração a geração era o ácido desoxirribonucléico (DNA identificaram que o DNA é a molécula dahereditariedade.

 1946 – Lederberg and Tatum	Conjugação Bacteriana	Demonstraram a troca de material genético entre bactérias. O processo foi chamado de conjugação bacteriana e consiste em transferência de genes de uma bactéria doadora para uma receptora.
 1950 Barbara McKlintock	O DNA é capaz de deslocar-se?	Transposons são seqüências de DNA móveis que podem se autoreplicar em um determinado genoma. Um transposon pode ser inserido em outros genomas, vindo a conferir ao hospedeiro uma vantagem seletiva, como, por exemplo, a resistência a antibióticos. Ela descreveu estes elementos genéticos que trocavam de posição no genoma do milho e que podiam também causar mutações. Aos 80 anos, ela foi laureada com o prêmio Nobel de 1983 pela descoberta dos elementos genéticos móveis.
 1952 Hershey & Chase	Confirmação: o DNA é o responsável pela hereditariedade.	Demonstração convincente de que o DNA – e não as proteínas – era, realmente, o material responsável pela hereditariedade.
 1952 Lederberg and Zinder	Transdução	Descreveram a transdução, transferência de informações genéticas por vírus. Transdução é um dos mecanismos de transferência gênica, no qual DNA bacteriano é transferido de uma linhagem para outra por meio de um vírus bacteriófago. O DNA é incorporado pelo fago (vírus) em uma bactéria doadora na qual ele está se replicando e após a infecção de uma nova linhagem este DNA é liberado dentro desta nova bactéria receptora.

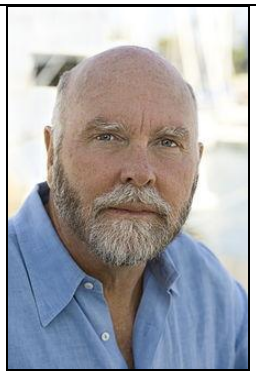
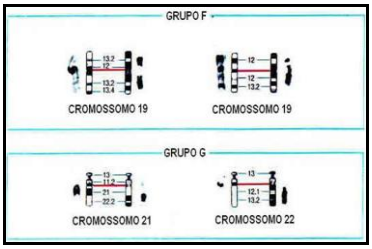
 1953 - Watson e Crick	A Dupla Hélice	Identificaram a estrutura em dupla hélice do DNA após analisar uma imagem da molécula por difração de raios X realizada por Rosalind Franklin. Crick, Wilkins, e Watson receberam o prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia em 1962.
 1954 – Jacob e Wollman	Forma do Cromossomo	Realizaram experiências que esclareceram o mecanismo de conjugação bacteriana e apresentaram evidências da natureza circular do cromossomo de *Escherichia coli* analisando os resultados destas experiências.
 1958 - Arthur Kornberg	DNA Polimerase	Identificou e purificou a enzima DNA polimerase. Verificou-se que a replicação do DNA era auxiliada por inúmeros tipos de enzimas e fatores, mais tarde revelados, tais como: DNA topoisomerases, helicases, proteínas de proteção contra degradação do DNA quando na forma monofilamentar, ligases, primases.
 1961 - Sydney Brenner, François Jacob e Matthew Meselson	RNA e a tradução protéica	**D**escobriram que um tipo de RNA (o mRNA) leva a informação genética "inscrita" na dupla hélice para a maquinaria celular que produz proteínas. O norte-americano Marshall Nirenberg anuncia a comprovação experimental de que uma seqüência de bases específicas, uma seqüência de aminoácidos revela o conteúdo da primeira "palavra" do chamado código genético (três bases uracila correspondem ao aminoácido fenilalanina).

1962 – Benzer	 Recombinação Gênica	Segundo ele, os genes seriam compostos de pequenas unidades, os “recons”, em que a recombinação poderia ocorrer entre eles, mas não dentro deles. A ideia anterior era de que o gene seria a menor unidade de recombinação. Benzer criou ainda os termos “muton” (menor unidade de mutação) e “cístron” (menor unidade de função).
1966 - Marshall Nirenberg e pelo indiano Har Gobind Khorana	 Código Genético	Grupos de pesquisa liderados por Marshall decifram, com outros pesquisadores dos EUA, da Inglaterra e da França, a série completa de informações do código genético.
1968 - Daniel Nathans e Hamilton Smith, dos EUA, e Werner Arber, da Suíça	 Enzimas de Restrição	Descrevem as nucleases de restrição, enzimas que reconhecem e cortam sequências curtas específicas de DNA em pontos determinados.
1970 - Temin e Baltimore	 Enzima Transcriptase reversa	Identificaram a transcriptase reversa em RNA de vírus. A transcriptase reversa é uma enzima que utiliza a fita única de RNA como modelo para a produção de uma fita de DNA, que seria complementar àquele RNA. Esta descoberta demonstrou a possibilidade de novas informações sobre DNA e RNA. Temin, Baltimore, e Dulbecco receberam o Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia em 1975.

1972 - Mertz e Davis	DNA precurssor e retirada de íntrons	Somente em 1977 descobriu-se a existência de genes interrompidos. Assim, quando se olhava o DNA percebia-se que o gene possuía mais nucleotídeos do que aqueles encontrados no mRNA (necessários para a produção de proteínas). Hoje, sabe-se que os transcritos primários de RNA contêm a cópia de toda seqüência presente no DNA e que algumas partes dessa seqüência são recortadas dessa molécula de forma a produzir o RNA funcional. As seqüências que são retiradas do transcrito primário foram chamadas de íntrons e aquelas que permaneceram como parte do RNA funcional, exons. O splicing consiste na retirada dos íntrons de um RNA precursor, de forma a produzir um mRNA maduro funcional.
1972 - Paul Berg	DNA recombinante	Obteve as primeiras moléculas de DNA recombinante, unindo DNA de diferentes espécies e inserindo esse DNA híbrido em uma célula hospedeira. Junto com Gilbert e Sanger, Berg recebeu o Nobel de Química em 1980.
1975 - Southern Blotting	 Gel de Agarose e transferência de DNA	Descreveu um novo instrumento analítico envolvendo a transferência de fragmentos de DNA por capilaridade por gel de agarose para membrana resultando em réplica exata do fragmento de DNA isolado. Detecta polimorfismo de DNA ou mutação.
1976 – Companhia de engenharia Genética “Genentech”	Começam os 1ºs resultados da engenharia genética	Criada a primeira companhia de engenharia genética, a Genentech. Produz a primeira proteína humana em uma bactéria geneticamente modificada e, em 1982, comercializa a primeira droga recombinante, insulina humana.
1977 – Chow, Roberts e Phil Sharp		Descrevem, independentemente, que genes de organismos eucarióticos (e não procarióticos) são interrompidos por regiões chamadas íntrons, que não especificam aminoácidos para a formação de proteínas. Roberts e Sharp ganharam o Nobel em

	 Íntrons	Medicina e Fisiologia de 1993.
1977 - Gilbert e Sanger	 Sequenciamento de DNA de bacteriófago	Desenvolveram métodos independentes para determinar um nucleotídeo na seqüência de DNA. Sanger e seus companheiros utilizaram o método desenvolvido por eles para determinar a sequência completa de nucleotídeos de um vírus bacteriófago. Este foi o primeiro genoma a ser seqüenciado. Junto com Berg, Gilbert and Sanger receberam o Prêmio Nobel em Química de 1980.
1980 - David Botstein, Ronald Davis, Mark Skolnick e Ray White	Começa a comercialização de Kits de Biologia molecular	Desenvolveram uma técnica baseada no uso de enzimas de restrição para fragmentar o DNA. A técnica foi importante para o Projeto Genoma Humano. A Suprema Corte dos EUA decide que formas de vida alteradas podem ser patenteadas. Kits de Biologia molecular começaram a ser produzidos por indústrias de biotecnologia.
 1985 - **Alec Jeffreys**	DNA – impressão digital	Descreveu a técnica de identificação que ficou conhecida como "impressão digital" por DNA ("DNA fingerprint"), que permitiu a elucidação mais precisa de vários crimes.
 1985 - Kary Mullis	PCR – Reação em cadeia polimerase	Descreveu o método PCR (reação em cadeia de polimerase, em inglês), que possibilita a obtenção rápida de bilhões de cópias de um segmento específico de DNA. Mullis ganhou o Nobel em Química em 1993.

1985 NIH dos EUA	Terapia Gênica	Aprovaram diretrizes gerais para a realização de experimentos com terapia genética em seres humanos.
 1988 - Philip Leder e Timothy Stewart	Patentes de produtos resultantes da engenharia genética	Obtiveram a primeira patente para um animal geneticamente modificado, um camundongo altamente suscetível ao câncer de mama.
 1989 - Instituto Nacional para Pesquisa do Genoma Humano (NHGRI), chefiado por James Watson	Projeto Genoma Humano	Criação nos EUA do Instituto Nacional para Pesquisa do Genoma Humano (NHGRI), chefiado por James Watson, para determinar toda a seqüência do DNA que compõe os cromossomos humanos. Em 1990 teve o início formal do Projeto, descrever todos os genes encontrados no cromosomos do corpo humano e determinar sua natureza bioquímica.
1990 –	Utilização de Terapia Gênica	Pela primeira vez é utilizada, com sucesso, a terapia genética, em uma menina de quatro anos com um tipo de deficiência no sistema imunológico chamado ADA.
	1º genoma completo	Publicaram, pela primeira vez, o genoma completo de um organismo não viral, a bactéria Haemophilus influenza.

 1995 - Craig Venter, Smith, Fraser		
1996 - **Instituto Roslin** (Escócia) e pela empresa PPL Therapeutics	1º Clone: Dolly	Nascimento da ovelha Dolly, primeiro mamífero clonado a partir de uma célula de um animal adulto. Só em fevereiro do ano seguinte o feito foi divulgado. Dolly morreu de envelhecimento precoce em fevereiro de 2003.
1996 	Mapeamento Genético	Mapeamento genético completo do camundongo.
 1998 - John Sulston e o norte-americano Robert Waterstone	Genoma de um multicelular	Sequenciaram o genoma do verme *C. elegans,* primeiro organismo multicelular a ter o seu DNA transcrito.
1999 – Pesquisadores do Projeto Genoma	 Cromossomo Humano seqüenciado	Publicaram o seqüenciamento completo do DNA encontrado no cromossomo 22.

2000 - Pesquisadores do Projeto Genoma	Genoma Humano: mais um passo!	Pesquisadores do consórcio público Projeto Genoma Humano e da empresa privada norte-americana Celera anunciam o rascunho do genoma humano, que foi publicado em fevereiro de 2001.
2000 – Pesquisadores brasileiros Ana Claudia Resera da Silva	Genoma da *Xylella fastidiosa*	No Brasil, pesquisadores paulistas anunciam o seqüenciamento do genoma da bactéria *Xylella fastidiosa*, a causadora da doença do amarelinho em cítricos. O artigo foi destacado na capa da revista "Nature".

Quadro 1 – Descobertas importantes para o desenvolvimento da genética

Fonte: MAIA. Cristina - Equipe de Biologia/Extensão – Consórcio CEDERJ.

De acordo com Watson e Berry, (2005) a genética molecular avançou num longo percurso após as duas décadas depois da descoberta da dupla-hélice. Por isso foi possível compreender o mecanismo básico da vida e adquirir noções de como os genes são regulados. Porém com a descoberta da tecnologia do DNA recombinante passou-se da observação para a ação propriamente dita.

2.3 CONTRIBUIÇÕES DA GENÉTICA MOLECULAR

Para que se possa compreender a importância da genética molecular é necessário conhecer os objetivos a que as equipes de pesquisadores têm dedicado seus estudos e orçamentos. Destacam-se os seguintes:

- A identificação de genes patogênicos, possibilitando o conhecimento da doença antes mesmo que ela se manifeste com a possibilidade de poder prevenir seu desenvolvimento ou até mesmo impedir sua transmissão aos descendentes. É o que se chama de terapia gênica.

- Produção de moléculas úteis ao homem, tornando possível a sua disponibilidade em grande escala. Por exemplo: insulina, vacinas, hormônio do crescimento, gonadotrofina coriônica, etc.

- Produção de vegetais e de animais com características particulares conseguidas através da inserção de determinados genes nas células somáticas ou germinativas ou até mesmo na ovocélula fertilizada.

- Mapeamento genético com objetivo de localizar nos cromossomos os genes cujos produtos ou efeitos já são conhecidos.

- Isolamento de genes através de enzimas de restrição, as quais são capazes de cortar em pontos específicos, a molécula de DNA, isolando dessa forma os genes compreendidos na sequência de bases entre dois cortes consecutivos.

- Clonagem que trata da multiplicação biológica de cada um dos genes para se ter à disposição uma grande quantidade a ser analisada para vários fins. Mesmo sabendo que a clonagem ocorre, por exemplo, de forma espontânea em bactérias que se reproduzem assexuadamente, clonar células que podem gerar tecidos, órgãos ou até mesmo um indivíduo não há dúvida que é algo fantástico.

- Sequenciamento dos genes que servem para estabelecer a estrutura molecular dos genes apresentando, exatamente, a sucessão ordenada das bases nitrogenadas que o compõem, permitindo assim a possibilidade de compreender melhor os mecanismos das atividades gênicas e suas alterações.

- A transferência de genes que pretende estudar o comportamento desses genes quando inseridos em células e tecidos diferentes daqueles que normalmente atuam.

As descobertas da genética, isto é, os conhecimentos produzidos através das pesquisas, apresentam possibilidades de serem empregados em diversos campos e com finalidades também distintas como: diagnóstica, terapêutica, produtiva, alternativa, ambiental e experimental.

No estudo do genoma humano, como ilustra a figura 2, verificou-se que na verdade há dois genomas: um nuclear responsável por 99,995% das sequências de bases e o outro, o mitocondrial, que é bem reduzido.

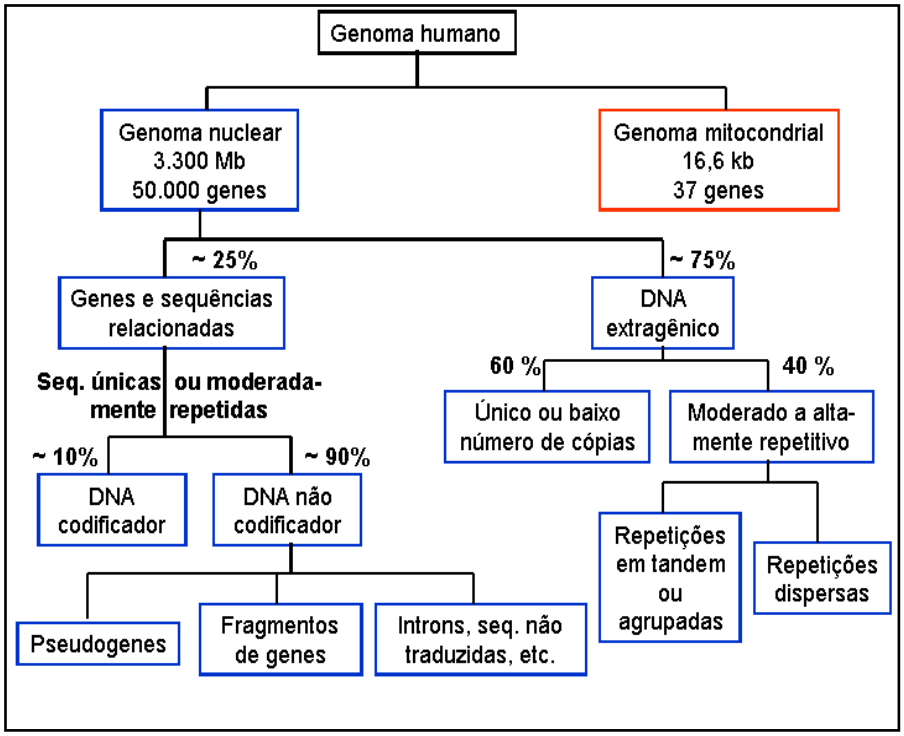


Figura 2: Organização do Genoma Humano

Fonte: Site da UFPE em genética/Gene: estrutura e organização.

Conhecendo e reconhecendo que a genética molecular apresenta uma infinidade de descobertas, o genoma humano está incluído nisso. Estas descobertas estão intimamente relacionadas com a qualidade de vida no Planeta Terra e consequentemente a do homem. Assim, justifica-se por que esse assunto merece ser discutido com a devida atenção na educação básica.

O que faz uma nação crescer e se desenvolver? Sua capacidade de produzir conhecimentos, de fazer ciência, de gerar produtos tecnológicos. Então, concorda-se que o grande investimento para uma nação deve ser em EDUCAÇÃO. E para isso o sistema de ensino brasileiro precisa evoluir. Desde a formação dos profissionais da educação, a estrutura física dos prédios escolares, a proposta pedagócica, os materiais didáticos, os recursos tecológico disponíveis, laboratórios, etc.

3 METODOLOGIA

No contexto pedagógico, é importante investigar de que forma os livros didáticos abordam assuntos da genética molecular. Partindo do interesse inicial de compreender como o material de apoio pedagógico, especialmente os livros didáticos, oportunizam estas abordagens, buscou-se analizar em duas coleções adotadas na rede pública estadual do Paraná, no ano de 2013, os textos publicados pelos respectivos autores, sobre genética molecular. Com esta análise pretendeu-se verificar se os textos oportunizam aos professores abordarem e aprofundarem os conteúdos aproximando-os da realidade do estudante e se estão atualizados. Ainda, se a linguagem além de manter o rigor científico é acessível a estudantes do nível médio, etapa final da educação básica.

A presente pesquisa empregou uma coletânea feita de dados bibliográficos históricos e atuais, acompanhados de quadros e ilustrações que favorecem a análise e compreensão das informações apresentadas. Foram consultados livros, periódicos, rede *on line* e estudos monográficos que tratam do tema em questão. Trata-se de uma pesquisa descritiva, qualitativa, teórico-bibliográfica para dar suporte a o estudo de um caso – como a genética molecular é abordada nos livros didáticos, do Ensino Médio.

A partir das informações obtidas através do Programa Nacional do Livro Didático, verificaram-se quais coleções foram indicadas pelo MEC para serem analizadas e posteriormente adotadas pelas Escolas Estadual do Paraná. De posse dessas informações contactou-se com os professores de Biologia, do NRE de Foz do Iguaçu, de 2 colégios estaduais da cidade de Foz do Iguaçu/PR para verificar quais coleções foram adotadas.

Percebeu-se que há uma diversidade de opções, sendo que há situações em que na mesma escola adotaram-se livros diferentes, de acordo com o turno escolar. Considerando a diversidade das obras optou-se por 2 coleções que foram citadas pelos professores como satisfatórias. São elas:

- ✓ **Coleção Biologia**, 3 volumes, dos autores José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho, São Paulo, Editora Moderna, 3ª edição, 2010**.**
- ✓ **Coleção Bio**, 3 volumes, dos autores Sonia Lopes e Sergio Rosso, São Paulo, Editora Saraiva, 1ª Edição, 2010.

Feita a seleção das obras passou-se a verificar, em cada exemplar das respectivas coleções, **os textos ou sessões complementares**. Todos os textos foram lidos e realizados as seguintes observações:

1ª se o texto aborda algum aspecto da genética molecular.

2ª se há termos específicos ou que remetem à genética.

3ª quais os termos que aparecem com maior frequência.

4ª se os textos complementares, na medida em que o curso vai avançando, ampliam o nível e complexidade exigindo, do estudante, o domínio de pré-requisitos.

Após estes levantamentos as informações foram analisadas, contextualizadas e registradas nesta pesquisa.

Este estudo encontra-se na área da Biologia, cujo próprio termo indica o estudo da vida, porém a biodiversidade é tão grande que a Biologia apresenta diversos ramos. E destes ramos a pesquisa se dirige à Genética, especialmente Genética Molecular, área de estudos recentes e muito promissora, merecedora de grandes atenções pelos seus feitos, principalmente nas últimas décadas.

4 RESULTADOS

Foram analisadas, neste trabalho, duas coleções de livros didáticos:

- BIOLOGIA – AMABIS e MARTHO – 3 VOLUMES, 3ª EDIÇÃO, SÃO PAULO, EDITORA MODERNA, 2010.
- BIO – SONIA LOPES e SERGIO ROSSO - 3 VOLUMES, 1ª EDIÇÃO, SÃO PAULO, EDITORA SARAIVA, 2010.

4.1 - COLEÇÃO BIOLOGIA - AMABIS E MARTHO

A coleção apresenta em sua organização um recurso identificado como “CIÊNCIA E CIDADANIA” destacando a presença das ciências naturais no cotidiano das pessoas. Esses tópicos aparecem geralmente no final dos capítulos e, de acordo com os autores têm o seguinte objetivo: “os quadros Ciência e Cidadania permitem avaliar a aquisição de conhecimentos fundamentais, a capacidade de utilizar diferentes códigos e o desenvolvimento da capacidade leitora”. (AMABIS; MARTHO, 2010).

Nesta coleção foram encontrados 35 textos, sendo 13 no volume 01, 19 no volume 02 e 03 no volume 03. A análise de cada texto considerou a presença de assuntos que abordam, direta ou indiretamente, a Biologia Molecular. Para isto, além do conteúdo em si, observa-se se os textos utilizam termos específicos da genética ou outros que apesar de não serem específicos apresentam relação com a genética básica ou molecular.

Destacam-se os seguintes aspectos nos volumes 1, 2 e 3 desta coleção:

- Volume 01 – 06 dos 13 textos apresentam termos relacionados à genética. São eles: engenharia genética, material genético, genes, OGMs, transgênicos, alterações cromossômicas, cariótipo, cromossomos homólogos e não homólogos, trissomia, alterações genéticas, clone de células e mutações.
- Volume 02 – 02 dos 16 textos apresentam termos relacionados à genética. São eles: Moléculas de RNA, engenharia genética, recombinação gênica, vários tipos de RNAs, e tecnologia do DNA recombinante.
- Volume 03 – 01 texto dos 03 apresenta termos relacionados à genética. São eles: genes, doenças hereditárias, mutações, alelo recessivo, cromossomos, homozigóticos, gene autossômico, mundo genômico, variabilidade, genoma Humano, fenotipicamene e Projeto Genoma Humano.

O grafico a seguir ilustra o resultado da análise desta coleção. Os **conteúdos analisados** fazem parte do recurso **Ciência e Cidadania**. A indicação no gráfico de **conteúdos relacionados** refere-se à apresentação de algum termo específico ou relacionado à genética molecular nos textos.

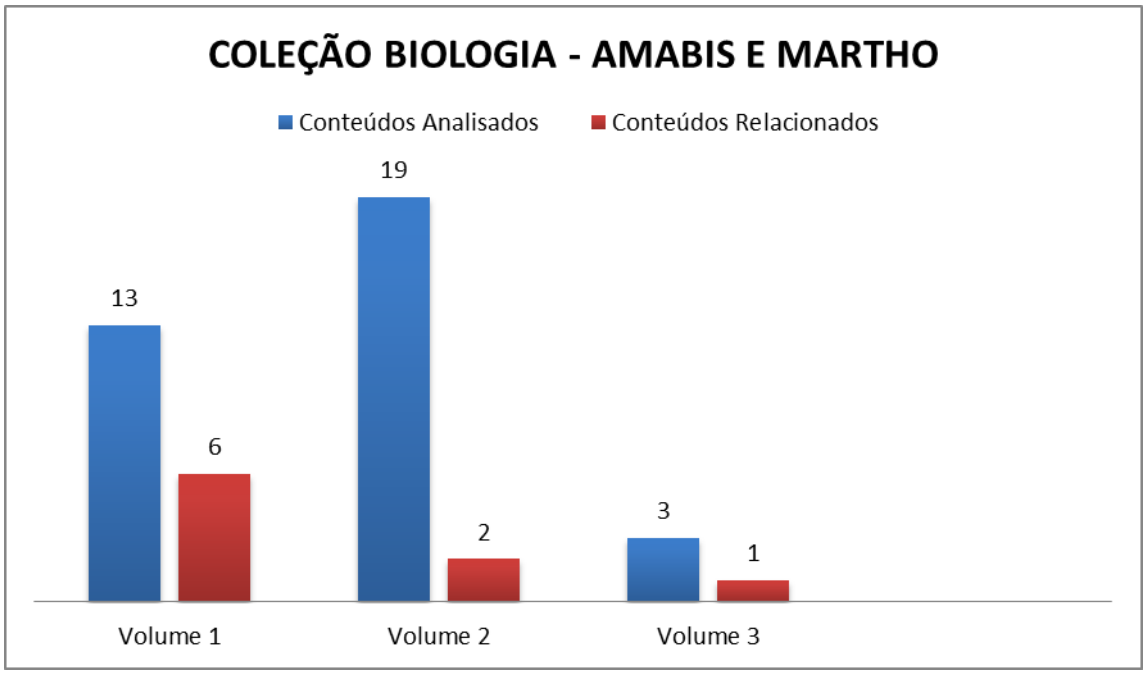


Gráfico 1: Resultado da analise dos textos da sessão Ciência e Cidadania na Coleção Biologia – Amabis e Martho.

No volume 2 os autores explicam, por exemplo, o conceito da tecnologia do DNA recombinante em bactérias através do texto “A importância das bactérias para a humanidade”

> Essa tecnologia consiste em um conjunto de técnicas que permitem modificar geneticamente bactérias, fazendo-as produzir substâncias de interesse comercial. Já se produz hormônio de crescimento e insulina indênticos aos humanos utilizando-se como “fábricas” bactérias geneticamente transformadas pela engenharia genética. (AMABIS; MARTHO,2010, p.59)

Ainda neste mesmo texto destaca-se a importância de pesquisas envolvendo o estudo genético de microorganismos como as bactérias com o propósito de modificar seus genes para utilizá-las, de forma eficiente, como despoluídoras.

Já no texto “Um problema mundial de saúde: gripe”, também do volume 2, o destaque é para os avanços na pesquisa genética envolvendo a hemaglutamina do vírus da gripe aviária os quais comprovaram que uma única mutação já seria capaz de permitir ao vírus se ligar a receptores humanos e, desta forma, ser transmitido entre os humanos (AMBIS; MARTHO, 2010, p. 52)

Observou-se que a coleção citada, considerada pela grande maioria dos professores envolvidos na pesquisa, como uma coleção bem completa, ela aborda de forma satisfatória a Biologia Molecular. Os textos contidos nesta coleção

permitem, ao estudante, compreender e relacionar os assuntos com o cotidiano. Portanto atendem o objetivo a que se propõem. Ainda, percebeu-se que os textos, no decorrer dos capítulos e dos volumes, vão aprofundando suas informações o que exige do estudante maior grau de compreensão e relação dos conteúdos. Porém entende-se que o grande diferencial será a forma, isto é, a metodologia como estes tópicos serão utilizado pelo professor em sala de aula. Disso depende o sucesso ou não dos recursos. Entende-se que a bordagem dos temas foi insuficiente, considerando a importância da Genética Molecular.

A partir desta abordagem é possível discutir com os estudantes as diversas formas de contribuição para a vida em nosso planeta com as pesquisas da genética molecular.

4.2 - COLEÇÃO BIO - SONIA LOPES E SERGIO ROSSO

Esta coleção apresenta em sua organização um recurso identificado como “TEMAS PARA A DISCUSSÃO” onde são propostas atividades como: discussões, pesquisas, redação, montagem de diagramas, a partir de um texto orientador. Os autores sugerem que estas atividades sejam realizadas em grupos e posteriormente socializadas.

Nesta coleção foram encontrados 36 textos, sendo 11 no volume 01, 12 no volume 02 e 13 no volume 03. A análise de cada texto considerou a presença de assuntos que abordam, direta ou indiretamente, a Biologia Molecular. Para isto, além do conteúdo em si, observamos se os textos utilizam termos específicos da genética ou outros que, apesar de não serem específicos, apresentam relação com a genética básica ou molecular.

Com base nisso destacam-se as seguintes observações em cada um dos volumes:

- Volume 01 – 03 dos 11 textos apresentam termos relacionados à genética. São eles: programas genéticos, estrutura da molécula de DNA, cromossomos homólogos, cromátites-irmãs, aneuploidias, trissomia, monossomia e cariótipo.
- Volume 02 – 06 dos 12 textos apresentam termos relacionados à genética. São eles: hereditária, genoma, projeto genoma humano, genes, RNA, cromossomos, material sequenciado, informações genéticas, medicina genética, genótipo, fenótipo,

anomalia, alelo dominante, expressividade, penetrância, doenças genéticas, DNA, potencial genético, cromatina sexual, autossomos, síndrome, cromossomo X, alelo recessivo, heterozigoto, homozigoto, fenótipos autossômicos, biologia molecular, genética médica, isolamento e clonagem de genes, tecnologia do DNA recombinante, doença no genoma e fator genético deficiente.

- Volume 03 – 02 textos dos 13 apresentam termos relacionados à genética. São eles: ácidos nucléicos, agente teratogênico, descendentes com malformações.

O grafico a seguir demonstra o resultado da análise desta coleção. Os **conteúdos analisados** fazem parte do recurso TEMAS PARA A DISCUSSÃO. A indicação no gráfico de **conteúdos relacionados** refere-se à apresentação de algum termo específico ou relacionada à genética molecular nos textos analisados.

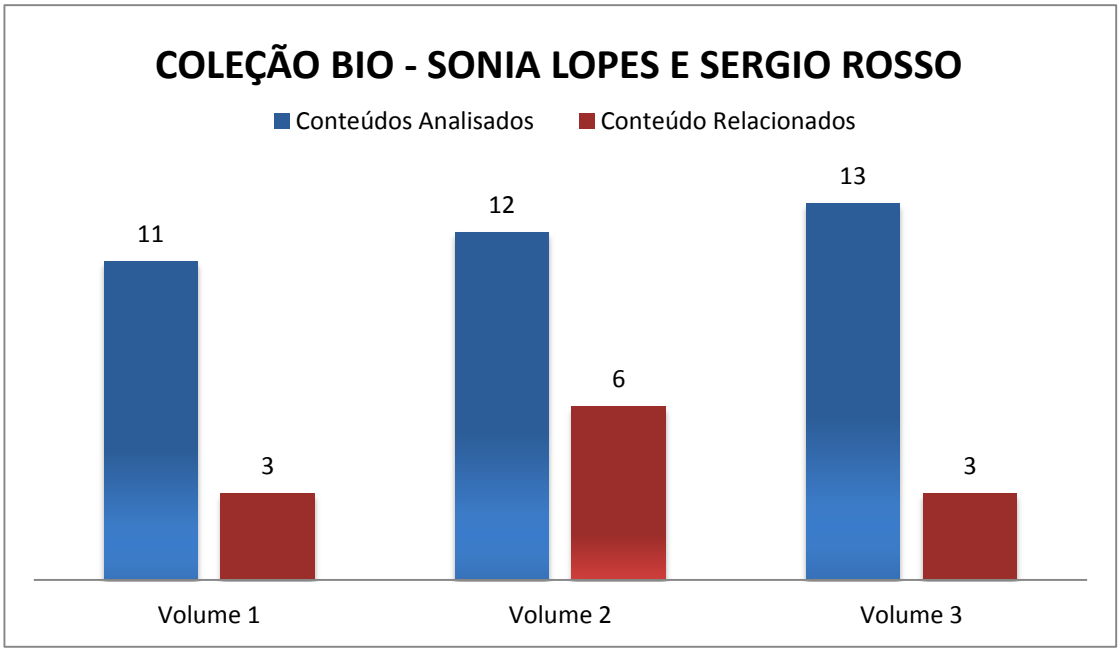


Gráfico 2: Resultado da analise dos textos da sessão Temas para a Discussão na Coleção BIO – Sônia Lopes e Sérgio Rosso.

5 CONCLUSÃO

A análise de ambas as coleções permitiu concluir que:

- Os conteúdos de Biologia, na fase final da Educação Básica, o Ensino Médio, são superficiais;

- O livro didático representa, ainda, o recurso mais utilizado pelo professor em sala de aula;
- Quanto melhor for a qualidade do conteúdo, da organização e das atividades propostas neste livro, certamente a qualidade das informações utilizadas nas aulas também será melhor.

Sabe-se que n-fatores interferem no processo ensino-aprendizagem. Porém há um pressuposto que é indispensável neste processo. Para ensinar é preciso estar disposto a aprender. Não se pode exigir concentração senão conseguimos nos concentrar. Não se pode exigir leitura, se nunca lemos, ou nunca apresentamos obras aos nossos alunos ou ainda se não contamos algo que lemos e achamos interessante. Como fazer com que os estudantes se apaixonem pela Ciência se a escola, infelizmente, é o local, refere-se ao espaço físico, onde parece que a Ciência e a tecnologia vêm a passos de tartaruga. Certamente é um paradoxo.

As recentes mudanças para o ingresso aos cursos superiores trazem mais preocupações. Com o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) tornando-se uma das formas de universalização do acesso às universidades públicas do país observa-se que tanto a prova como a organização curricular estão fragilizados. A prova, embora extensa, tem demonstrado certo esvaziamento de conhecimento técnico-científico. Observa-se que na maioria das escolas públicas há uma grande preocupação em ensinar para que os alunos obtenham sucesso no ENEM. Essa realidade associada a um material didático com pouca exigência de compreensão teórica e científica contribui para que o Ensino Médio continue com os dados preocupantes apresentados pelos sistemas de avaliação, tanto do Paraná pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEP quanto nacional pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica Brasileira - SAEB.

Em suma, entende-se que não se trata de um fator isolado e sim de problemas crônicos no sistema de ensino brasileiro que, de certa forma, engessa o desenvolvimento da ciência em nosso país. Fazer pesquisa, e neste caso, em genética molecular, requer recursos financeiros e humanos. Investir em pessoas é o passo inicial para produzir conhecimentos. São as pessoas que geram, criam, desenvolvem os aparatos tecnológicos que tanto fazem sucesso. São as pessoas que desenvolvem vacinas, medicamentos, técnicas cirúrgicas, equipamentos médicos, equipamentos industriais. São pessoas que dedicam uma vida inteira a compreender determinados processos moleculares que posteriormente serão

utilizados pela humanidade. Essas pessoas, certamente, vivenciaram na sua educação básica, incentivo à Ciência, o que se espera que um dia seja inerente a condição da existência da escola pública brasileira.

Sabe-se que Ciência e Política, geralmente, são inseparáveis. Percebe-se claramente a ligação entre elas, pois uma parcela considerável das verbas para pesquisa científica depende das alocações de um governo eleito, em nosso país, democraticamente.

REFERÊNCIAS

BORÉM, A; SANTOS, F.R. **Biotecnologia Simplificada.** Viçosa: Editora Suprema, 2001.

DESSEN, E. M. B. **Atualização em biologia molecular**: a revolução genômica. São Paulo: Centro de Estudos do Genoma Humano, USP, Instituto de Biociências, 2009.
FERREIRA, R. B; FERREIRA, R. B. **A Origem da Vida**? 1º desafio do Instituto de Química da UNICAMP em 2008. Disponível em < www.iqm.unicamp.br/site/docs/Monografia2.pdf>. Acesso: 18/12/2013.

FRANZOLIN, F.; BIZZO, N. **Conteúdos de genética básicos para a formação de cidadãos críticos no ensino médio segundo professores e docentes:** em comparação com o defendido na literatura? UEL e USP. Disponível em < www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/1972/532 > Acesso: 16/12/13.

GENE: estrutura e organização. Disponível em <www.ufpe.br/biolmol/Genetica-Medicina/genes-estrutura_e_organizacao.htm> Acesso: 25/02/14.
HENIG, R. M. **O gênio esquecido e redescoberto de Gregor Mendel, o pai da genética**. Rio de Janeiro, Rocco. 2001.

KELLER, E. F. **O Século do gene**. 2. ed. Belo Horizonte, Crisálida/Sociedade Brasileira de Genética, 2001.

LEITE, M. **O DNA**. São Paulo, Publifolha, 2003.

LORETO, É. L. S; SEPEL, L. M. N. **Formação continuada de professores de biologia do ensino médio**: atualização em genética e biologia molecular. Programa de Incentivo à Formação Continuada de Professores do Ensino Médio. Santa Maria: Universidae Federal de Santa Maria, 2006.

MAIA, C. **Apostila para o curso de Genética e Biologia Molecular para o Ensino Médio e Fundamental**. São Paulo: Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética (CBMEG)/UNICAMP, 2009.

MALACINSKI, G. M. **Fundamentos de biologia molecular.** 4. ed. Guanabara Koogan editora, 2005.

NUNES, F. M. F. et al. **Genética no Ensino Médio: uma prática que se constrói.** São Paulo, 2012. Disponível em < geneticanaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-11-Artigo-08.pdf > Acesso: 16/12/13.

SEIXAS, C. F. B. **Genética:** como as pesquisas genéticas estão presentes no cotidiano. são paulo, 2005. Disponível em < EDUCACAO.UOL.COM.BR/DISCIPLINAS/BIOLOGIA/GENETICA-COMO-AS-PESQUISAS-GENETICAS-ESTAO-PRESENTES-NO-COTIDIANO.HTM#COMENTARIOS> Acesso: 12/12/13.

WATSON, J. D. et al. **O DNA recombinante.** 2.ed. Ouro Preto: Editora da UFOP, 1998.

WATSON, J. D; BERRY, A. **DNA: o segredo da vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.