

CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA A COMPREENSÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO ACERCA DA MOLÉCULA DE DNA

SCIENCE HISTORY CONTRIBUTIONS TO THE UNDERSTANDING OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE ABOUT THE DNA MOLECULE

Úrsula Raniely Souto [ursularany@hotmail.com]
Janaina Roberta dos Santos [janainasantos@unifei.edu.br]
Andreia Arantes Borges [andreiaborges@unifei.edu.br]
Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI
Av. BPS, 1303, Bairro Pinheirinho, Itajubá/MG, CEP 37500-903

Resumo

O conteúdo de genética no Ensino Médio é considerado como de difícil compreensão por parte dos alunos em virtude do seu caráter abstrato, o que pode ser entendido como resultado de uma abordagem simplificada. Assim, no sentido de desmistificar a visão estereotipada da ciência e dos cientistas, a presente pesquisa avaliou as contribuições da História da Ciência para a compreensão do processo de construção dos conhecimentos científicos relacionados a molécula de DNA. Para tanto, alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública, participaram de uma série de encontros no contra turno escolar em que diferentes recursos metodológicos foram empregados para demonstrar o avanço contínuo alcançado pelos pesquisadores culminando no modelo da dupla hélice atualmente aceito. Verificou-se que a valorização da dimensão histórica relacionada à molécula de DNA foi importante para a superação das concepções empiristas da ciência, além de se constatar que o uso da História da Ciência pode se tornar uma grande aliada no aprendizado dos alunos sobre o conteúdo de genética.

Palavras-chave: História da Ciência; DNA; Ensino de Genética.

Abstract

The genetic content in high school is regarded as difficult to understand by the students because of their abstract character, which can be understood as a result of a simplified approach. Thus, in order to demystify stereotypical view of science and scientists, this study evaluated the contributions of the History of Science in understanding the construction process of scientific knowledge related to the DNA molecule. Therefore, students of the third year of high school in a public school, attended a series of meetings in against school day in which different methodological resources were used to demonstrate continuous progress achieved by researchers culminating in the model of the double helix currently accepted. It was found that the appreciation of the historical dimension related to the DNA molecule was important to overcome the empiricist conceptions of science, and it appears that the use of the history of science can become a great ally in student learning about the content gene.

Keywords: History of Science; DNA; Genetics Teaching.

1. Introdução

O caráter abstrato dos conteúdos de Genética tem sido considerado um grande obstáculo no processo de ensino-aprendizagem para os estudantes do ensino médio, em virtude do seu forte caráter abstrato. O ensino fragmentado e descontextualizado pode potencializar as dificuldades enfrentadas pelos alunos para assimilar os conteúdos de forma articulada e significativa. Dessa forma, acredita-se que os alunos devem se sentir estimulados a estudá-lo, pois importantes avanços científicos e tecnológicos são decorrentes do conhecimento desta área da Biologia.

Os livros didáticos de Biologia do Ensino Médio comumente apresentam modelos e teorias de forma pronta e reduzida. No entanto, uma abordagem simplificada dos fatos, desvinculada do seu contexto histórico, social, ético e político pode resultar em uma imagem distorcida da ciência, evidenciando os cientistas como verdadeiros gênios que desenvolveram suas pesquisas isoladamente, sem dificuldades e sempre fadados ao sucesso. Sob esta perspectiva, os pesquisadores coadjuvantes, que de uma forma direta ou indireta participaram da construção do conhecimento científico, são pouco valorizados.

A inserção da História da Ciência no ensino tem se mostrado uma estratégia metodológica eficiente que permite aos alunos visualizar a ciência como uma atividade humana realizada por pessoas comuns que se dedicaram aos estudos (Fleck, 1986). Assim, o aporte epistemológico fornecido ao aluno lhe permitirá compreender a evolução do conhecimento científico, avistando a ciência como um processo que influencia e é influenciado por seu contexto físico e social (Bizzo, 1991).

Desta forma, deve-se incentivar a realização de pesquisas que objetivam analisar e valorizar o papel da História da Ciência na compreensão de conceitos relacionados às Ciências Biológicas. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta os dados advindos da pesquisa de conclusão do curso de Ciências Biológicas Licenciatura realizado na Universidade Federal de Itajubá (Unifei) que avaliou as contribuições da História da Ciência para a compreensão da produção do conhecimento científico relacionado a molécula de DNA por alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola da rede pública de ensino do município de Itajubá, sul de Minas Gerais.

Ao longo de uma série de encontros realizados no contra turno escolar, os alunos e a licencianda discutiram a cronologia dos estudos relacionados à proposição do modelo da estrutura tridimensional da molécula de DNA, destacando os trabalhos desenvolvidos em um contexto histórico, político, econômico e social.

Com o intuito de desmistificar a visão estereotipada da ciência e dos cientistas, o presente trabalho se propôs a valorizar a dimensão histórica relacionada ao conhecimento científico produzido acerca da molécula de DNA, a fim de superar as concepções empiristas da ciência, além de favorecer a compreensão do processo de construção dos conhecimentos e, conseqüentemente, dos conceitos da ciência contemporânea.

2. Fundamentação teórica

A ciência, atividade experimental com finalidade investigativa, advém de um contexto histórico enraizado na racionalização da existência, onde se permeou o desenvolvimento de uma sociedade com visões industriais, técnicas e científicas. Para alcançar tal objetivo, o cientista se encarregava de conhecer e adaptar-se às leis da natureza, sendo considerado o responsável pela descoberta de novas técnicas que seriam repassadas aos executores, os artesãos e engenheiros.

Neste contexto, a ciência moderna constituiu-se como um projeto prático, sendo o cientista o único responsável por entender e compreender a natureza, fazendo dela seu meio de trabalho.

Atualmente o conceito de ciência é empregado e utilizado de diferentes formas, contudo ainda se vê necessário uma mudança no entendimento relacionado à ciência.

A concepção de ciência em sua pluralidade é entendida, de modo geral, como um avanço tecnológico, fruto de laboratórios bem equipados e administrados pelos pesquisadores. Somente o resultado final é apresentado à sociedade, o que contribui para a formação de uma ideia acerca da atividade científica como um procedimento absoluto e finalizado, no qual o erro se torna inadmissível.

No entanto, a ciência, enquanto produto histórico, é um processo contínuo e inacabado, que se consolida com o passar dos anos, com ideias que se concretizam de forma colaborativa a partir da reunião de informações geradas por diferentes pesquisadores contribuindo para o avanço do conhecimento científico. A construção de um conhecimento coletivo propicia diferentes visões e opiniões a respeito de determinado avanço, sendo essa construção passível de erros e acertos. Segundo Japiassu (1991), é necessário exceder a tecnocracia da ciência, e passar a ponderar o erro como condição da verdade.

Assim, é possível compreender a importância de se tratar de conceitos e ideias relacionados à ciência de modo a entendê-la enquanto um processo contínuo de construção histórica e social, no qual homens e mulheres participam ativamente. Por isso, deve-se reforçar a importância de que conceitos científicos sejam abordados também a partir de sua contextualização histórica, reforçando a ideia de que a ciência é construída e que o cientista deve ser visto como um profissional que colabora, propõe, investiga, constrói e desconstrói ideias acerca dos elementos a serem compreendidos. Importa ainda, nesse processo, a compreensão de que vários objetivos e interesses podem ser identificados, reforçando a ideia de ciência enquanto fazer humano.

Vale destacar que o século XXI está sendo marcado por uma grande preocupação com a saúde, com o corpo e a mente, destacando-se na mídia e, conseqüentemente, promovendo a Biologia como uma das ciências mais comentadas da atualidade. Segundo Torres (2001), esse período de interesse por conteúdos biológicos exige que as informações não sejam somente relatadas pela mídia, mas também pelos professores do ensino médio que, em muitos casos, são a principal fonte de informação dos alunos.

Atualmente, vivencia-se na educação básica regular, grandes dificuldades no ensino da Genética assim como de outras ciências, sendo essa problematização explicada, em parte, pela ideia de detenção do conhecimento exclusivamente pelo professor, que se torna o responsável em disseminar toda a informação, cabendo ao aluno somente acompanhar e anotar o conteúdo. Nesse sentido, Loreto e Sepel (2003) argumentam que a atualização da sociedade quanto aos avanços da ciência molecular e da genética necessitam ser consolidados nas escolas a partir do conhecimento dos conceitos básicos.

Justina e Ferrari (2000) alertam que a escola deve tornar o conhecimento gerado nos laboratórios pelos pesquisadores acessível aos alunos por meio de uma transposição didática que reorganize e reestruture o conhecimento. Tal reestruturação não deve se limitar apenas ao conhecimento de estruturas e funções. Verifica-se a necessidade de reconstruir com os alunos o pensamento dos pesquisadores, relacionando os conhecimentos científicos que possibilitaram a elaboração de modelos, favorecendo a aprendizagem a partir do desenvolvimento do pensamento lógico. Assim, é relevante que os educadores utilizem a História da Ciência como complemento na discussão dos conteúdos curriculares, desmistificando a visão da ciência como um fato isolado, destacando a importante contribuição dos múltiplos pesquisadores que colaboraram para a produção do conhecimento científico.

Contribuindo ainda para a disseminação da ciência no ensino médio, as diretrizes e os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) exibem um eixo que auxilia na formação de cidadãos conscientes utilizando fundamentos como filosofia, sociologia, história e

metodologia da ciência entre outros (Brasil, 2001). Utilizando como base de planos de ensino os eixos descritos em documentos como o PCNEM, no qual destaca-se a importância do uso de temas transversais como método facilitador da compreensão lógica dos alunos, a História da Ciência se torna grande aliada para o desenvolvimento e compreensão da ciência nas escolas.

A execução de eixos do PCNEM necessita do uso de materiais de apoio pedagógico, sendo o livro didático o mais utilizado. No entanto, Carneiro e Gastal (2005) destacam que a história da ciência é abordada com superficialidade nos livros didáticos, sem uma discussão do processo de construção do conhecimento científico. Os autores enfatizam a necessidade de uma análise do contexto histórico vivenciado pelos pesquisadores que participaram direta ou indiretamente de grandes descobertas científicas. Deve-se, portanto, reforçar a importância da interação entre os pesquisadores nos avanços científicos e tecnológicos que promovem o progresso da Ciência.

Nesse sentido, considerando os conteúdos de genética relacionados propriamente a molécula de DNA, os livros didáticos de Biologia utilizados no Ensino Médio, na maioria das vezes, restringem-se a apresentar o modelo da estrutura tridimensional do DNA de forma pronta e historicamente descontextualizada. Priorizam-se os seus constituintes químicos, a forma helicoidal e demais características específicas da molécula e pretere-se a discussão dos conhecimentos empregados pelos autores no processo de construção dos modelos, dificultando a construção lógica do conhecimento pelos alunos.

Tem-se que a elaboração do modelo tridimensional da molécula de DNA, proposta em 1953 por James Watson e Francis Crick, revolucionou os estudos em genética, contribuindo para avanços significativos no entendimento dos processos biológicos, além de promover profundas mudanças na investigação científica ligada às ciências da vida. No entanto, o estabelecimento das principais características estruturais desta molécula não foi realizado exclusivamente por apenas estes pesquisadores. Uma série de estudos realizados por outros estudiosos foram essenciais para se compreender a importância da sua estrutura para a transmissão dos caracteres herdeáveis. A análise da trajetória histórica deste desenvolvimento científico revela que a construção do modelo de dupla hélice do DNA só se tornou possível à medida que os pesquisadores utilizaram os referenciais teóricos divulgados por seus pares quando estes compartilhavam com a comunidade científica os seus resultados.

Atualmente, a repercussão dos conhecimentos acerca da molécula de DNA é notória e polêmica, perpassando a eficiência da terapia gênica, os benefícios do melhoramento genético, os riscos dos organismos geneticamente modificados para a saúde e para o ambiente, além das questões éticas relacionadas à clonagem animal e ao uso de células-tronco para fins terapêuticos. Tem-se, portanto, que as informações e os avanços científicos decorrentes da proposição da estrutura molecular do DNA vêm se acumulando rapidamente. Assim, para que a sociedade possa compreender e usufruir dos seus benefícios torna-se necessário que o conhecimento seja amplamente difundido.

O presente trabalho teve como finalidade divulgar os resultados advindos de uma pesquisa que se propôs a avaliar as contribuições da História da Ciência para a compreensão da produção do conhecimento científico relacionado a molécula de DNA por alunos do ensino médio de uma escola da rede pública de ensino do município de Itajubá, sul de Minas Gerais. A pesquisa em questão teve como objetivos específicos contextualizar historicamente os conhecimentos acerca da molécula de DNA e desenvolver o pensamento crítico e reflexivo quanto aos avanços da ciência.

3. Percurso metodológico

O presente trabalho possui natureza qualitativa (Minayo, 1994; André e Ludke, 2001) e, dessa forma, pode ser identificada como um estudo no qual os significados que os sujeitos da pesquisa constroem sobre suas práticas e as compreensões da realidade são importantes e válidas.

O significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador. Nesses estudos, há sempre uma tentativa de capturar a ‘perspectiva dos participantes’, isto é, a maneira como os informantes encaram as questões que estão sendo focalizadas. Ao considerar os diferentes pontos de vista dos participantes, os estudos qualitativos permitem iluminar o dinamismo interno das situações, geralmente inacessíveis ao observador externo (André e Ludke, 2001, p.12).

Neste sentido, a proposta de trabalho da presente pesquisa foi apresentada aos alunos de duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Coronel Carneiro Júnior, localizada na cidade de Itajubá/Minas Gerais, ao final do primeiro semestre de 2015, a fim de se averiguar o interesse e disponibilidade dos mesmos em participar de uma série de encontros a serem realizados no início do segundo semestre do ano em questão. Uma média de seis alunos compareceram assiduamente a seis encontros realizados semanalmente nas dependências da Universidade Federal de Itajubá no período do contra turno escolar.

A reconstrução da produção do conhecimento científico acerca da molécula de DNA foi realizada com os alunos a cada encontro empregando-se diferentes recursos metodológicos como o uso de aparelho multimídia, cartazes, maquete, jogo didático e execução de uma atividade prática laboratorial objetivando facilitar a compreensão do raciocínio lógico empregado pelos pesquisadores no desenvolvimento de suas pesquisas. O resgate histórico do estudo acerca da molécula de DNA foi efetivado a partir da discussão das importantes contribuições de pesquisadores comumente relatados nos livros didáticos de Biologia, bem como daqueles pouco estudados em sala de aula, mas que contribuíram significativamente para o avanço científico da genética. Diante do reduzido tempo destinado a cada encontro, fez-se necessário a seleção dos trabalhos realizados pelos pesquisadores utilizando como critérios de seleção uma ordem cronológica, estudos que corroboraram para o advento de outros e uma sequência lógica para a construção do conhecimento.

O nível de conhecimento prévio dos alunos, bem como o entendimento das contribuições fornecidas por cada pesquisador foram analisados a partir das respostas dos alunos a um conjunto de perguntas entregues ao início de cada encontro.

4. Resultados e análises dos dados

A participação dos alunos do terceiro ano da Escola Estadual Coronel Carneiro Júnior foi de fundamental importância para a avaliação das contribuições da História da Ciência para a compreensão do conhecimento científico relacionado à molécula de DNA, pois foi a partir da análise dos significados por eles atribuídos à construção do conhecimento que a pesquisa assumiu um caráter investigativo e exploratório do processo de ensino-aprendizagem.

Considerando que o foco da presente pesquisa foi a História da Ciência, é importante salientar que o seu estudo no ensino básico, como é preconizado nos PCNs, não visa substituir o ensino das ciências da natureza e/ou humanas, mas propõe que elas se complementem, pois a inserção de episódios históricos associados à determinada disciplina, como no caso a genética, mostra que a ciência não pode ser considerada um fato isolado, mas que se correlaciona com a sociedade e a tecnologia. Contudo, ainda se observa uma grande dificuldade da inserção desta abordagem no campo

escolar. Tal reflexão pode ser verificada nos dados advindos do preenchimento do questionário diagnóstico, conforme apresentado no Gráfico 1.



Gráfico 1- Resultados advindos do preenchimento do questionário diagnóstico quanto a forma pela qual a História da Ciência é abordada na escola dos sujeitos da pesquisa.

A História da Ciência, quando utilizada de forma complementar, abordando os fatos históricos relacionados a determinada disciplina, proporciona aos alunos a compreensão da ciência como um acervo complexo de processos graduais e coletivos envolvidos na construção do conhecimento, apresentando a ideia de ciência enquanto construção histórica, relatando as dificuldades, os erros e acertos dos pesquisadores, fazendo com que os alunos superem a concepção empirista da produção do conhecimento científico. Um sujeito da pesquisa destacou essa importância ao relatar:

A ciência é evolutiva, ou seja, sempre haverá um resultado melhor, mas nunca querendo dizer que ele está totalmente correto. Sempre haverá pequenos erros, que quando descobertos, levarão a busca pela melhora de resultado (Aluno 3).

Nesse sentido, buscou-se verificar se os alunos consideram a ciência como uma construção histórica e social. A análise do gráfico 2 revelou que 75% dos alunos consideram que a ciência é construída ao longo dos anos, pois trata-se de uma construção histórica e social. No entanto, 16,6% dos estudantes relataram que a mesma não pode ser alterada, pois trata-se de um conjunto de conhecimentos testados, finalizados e corretos. A visão de que a ciência é o resultado de estudos obtidos por cientistas no passado foi identificada em 8,4% dos alunos. Essa variação nas respostas pode ser explicada pela concepção empirista da produção do conhecimento científico comumente presentes nos discursos escolares.

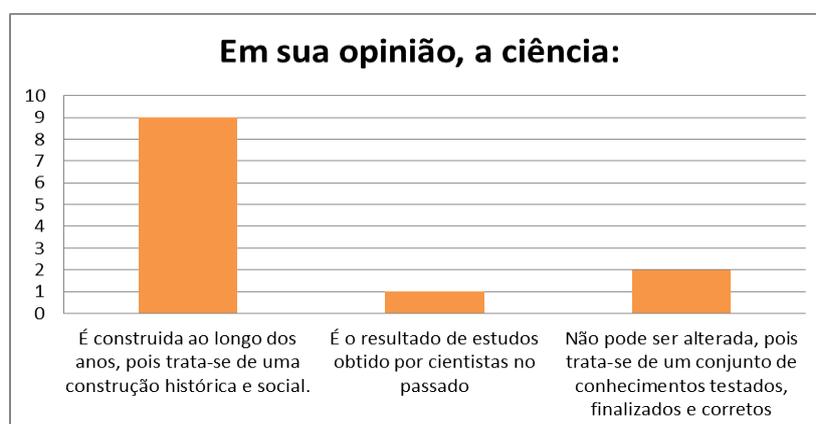


Gráfico 2- Resultados advindos do preenchimento do questionário diagnóstico quanto as concepções dos alunos do que é ciência.

A desmistificação do conhecimento científico enquanto um fato dado ou descoberto é fundamental não apenas para os alunos, mas também para a sociedade, pois a compreensão da ciência como um processo de construção histórica e social, apresenta importantes contribuições para o fortalecimento da capacidade de atuação perante as decisões que se relacionam tanto aos progressos científicos quanto aos avanços tecnológicos. Além disso, é importante compreender que o conhecimento científico foi sendo gradativamente aprimorado, por meio de erros e acertos, troca de informações e debates acerca das ideias. Segundo Bachelard (1996), *“o erro assume uma função positiva na gênese do saber e as verdades são provisórias, passíveis de modificações [...]”*.

Verificou-se que o uso da História da Ciência no ensino básico é permeado por algumas dificuldades, exigindo do docente constante conhecimento da área, compreensão epistemológica e ainda material didático apropriado. Não obstante, é possível verificar que a maioria dos livros didáticos enfatizam somente os resultados finais das pesquisas que culminaram com a proposição de modelos e teorias, reforçando a ideia de um conhecimento pronto e isento de história. Além disso, o conhecimento científico não é contextualizado com a história dos cientistas que o produziram, omitindo-se as disputas existentes nos “bastidores da ciência” e os interesses diversos relacionados a tais fatos. Assim, conforme esperado, a maioria dos alunos (60%) relataram que os livros didáticos utilizados em sala de aula não abordam a História da Ciência durante a discussão dos conteúdos curriculares. A confirmação da abordagem da História da Ciência nos livros didáticos ficou restrita a realização dos cruzamentos com as ervilhas conduzidos por Gregor Mendel, conforme relatado por alguns alunos.

No que tange aos estudos relacionados à molécula de DNA, esclareceu-se que a sua identificação ocorreu pela primeira vez em 1869 pelo médico, fisiologista e bioquímico suíço Friedrich Miescher. Destacou-se o contexto social da época, em que ainda não existiam os antibióticos e as infecções hospitalares eram comuns, o que levou Miescher a isolar uma substância com alto teor de fósforo e nitrogênio de bandagens impregnadas de pus, nomeando-a de “nucleína”. Reforçou-se com os alunos que Miescher desconsiderava a nucleína como a substância portadora da informação genética, mas o seu trabalho pioneiro forneceu subsídios para os avanços futuros relacionados à molécula de DNA (Dahm, 2005).

Posteriormente, discutiu-se que o bioquímico alemão Albrecht Kossel verificou que a nucleína isolada por Miescher era formada por bases nitrogenadas o que explicava a alta concentração de nitrogênio presente na amostra e, assim, determinou que as bases nitrogenadas poderiam ser de dois tipos: púricas (adenina e guanina) e pirimídicas (timina e citosina). Explorando ainda mais a composição química da nucleína, Richard Altmann, discípulo de Miescher, a obteve em 1889 com alto teor de pureza e comprovou a sua natureza ácida, alterando-lhe a denominação para ácido nucleico.

As contribuições fornecidas por muitos pesquisadores foram discutidas com os alunos atentando-se para o fato de que novas informações foram obtidas a partir da análise de dados anteriormente compartilhados com a comunidade científica.

A partir da discussão das contribuições fornecidas pelo bioquímico russo Phoebus Aaron Levene, em meados da década de 1910, quanto a proposição da hipótese do tetranucleotídeo para explicar a estrutura das moléculas de ácidos nucleicos, foi possível desmistificar a figura do pesquisador como um gênio que não comete erros. O desconhecimento de que a composição dos ácidos nucleicos é espécie-específico resultou na proposição de tal hipótese que anos posteriores revelou-se incorreta. Hargittai (2009) destacou que a hipótese do tetranucleotídeo foi considerada por alguns pesquisadores como um grande obstáculo para o reconhecimento do DNA como a molécula responsável pela hereditariedade, no entanto, outros pesquisadores consideram as importantes contribuições dos estudos de Levene como um marco na busca para descobrir a química da vida.

A molécula de DNA começou a receber notoriedade genética a partir dos estudos realizados por Frederick Griffith, um cientista do Ministério da Saúde britânico. Diante do grande número de casos de pneumonia no período após a 1ª Guerra Mundial, Griffith pesquisava uma vacina que erradicasse esta doença, assim, estudava o seu agente causador, a bactéria *Streptococcus pneumoniae*. A partir da realização de uma série de experimentos, Griffith (1928) propôs a existência de uma molécula que conferia virulência às cepas não virulentas em contato com cepas virulentas mortas pelo calor.

Avery et al. (1944) confirmaram o fenômeno transformacional proposto por Griffith, além de demonstrar que a molécula de DNA era a molécula responsável pela transformação bacteriana observada por Griffith.

Os experimentos realizados por Frederick Griffith e Oswald Avery foram reproduzidos esquematicamente pelos alunos que expressaram seu entendimento quanto aos possíveis resultados obtido por estes pesquisadores. Neste momento, privilegiou-se o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos estimulando-os a compreender o contexto social e tecnológico existente na época em que os experimentos foram realizados.

No momento em que os estudos envolvendo a molécula de DNA eram repetidamente mencionados nas conversas científicas, biólogos, físicos, químicos e matemáticos compartilhavam os resultados das suas pesquisas contribuindo para o acúmulo de conhecimentos acerca desta importante molécula. Neste contexto, destacou-se a questão da interdisciplinaridade na construção do conhecimento e verificou-se que, para a maioria dos alunos (63,7%), assuntos relacionados ao DNA eram abordados apenas na disciplina de Biologia, enquanto 27,3% relataram nas disciplinas de Biologia e Química e apenas um aluno afirmou que este assunto era discutido nas disciplinas de Biologia, Química e Física. Desta forma, verifica-se uma fragmentação do ensino que pode dificultar a compreensão dos conteúdos de forma articulada e significativa para os alunos.

Destacou-se que os resultados obtidos a partir do método de difrações de raios X realizados por Maurice Wilkins, Alexander Rawson Stokes e Herbert Rees Wilson, na década de 1950, foram importantes para estimar o diâmetro aproximado da molécula de DNA (Wilkins et al., 1953). Tais resultados despertaram o interesse de outros estudiosos como o biólogo americano, James Watson, e o físico, Francis Crick.

As importantes contribuições da físico-química judia, Rosalind Franklin, foram discutidas com os alunos, destacando-se os seus desentendimentos com Raymond Gosling e Maurice Wilkins. O fato de vivenciar uma sociedade ainda abalada pelo final da 2ª Guerra Mundial e marcada por preconceitos religiosos e de gênero reforçava o descrédito dado à figura feminina na ciência. Apesar dos conflitos, Rosalind Franklin desenvolveu seus estudos utilizando uma forma inicial de geração de imagens por difração de raios X para examinar a estrutura cristalina do DNA e comprovou a conformação helicoidal da molécula, além de detalhar as distinções entre as estruturas A e B da dupla hélice (Franklin & Gosling, 1953).

No decorrer da década de 1950, nos Estados Unidos, o renomado químico Linus Pauling desenvolveu o modelo da α -hélice e viu-se motivado a estudar a molécula de DNA. Iniciou-se, portanto, uma disputa entre os grupos de pesquisa para se definir o primeiro a propor o modelo biologicamente favorável da estrutura da molécula de DNA.

A concepção de que os estudos científicos são impulsionados por diferentes interesses foi compreendida pelos alunos conforme pode ser evidenciado nos transcritos a seguir:

A curiosidade do ser humano foi o que impulsionou as grandes descobertas, também a disputa de alguns por status motivou grandes pesquisas (Aluno 10).

... e tem a questão da disputa que na minha opinião pode haver algum prêmio, dinheiro, fama e outras coisas e acaba induzindo a pessoa a pensar mais, a ter mais vontade de conhecer tal assunto do que só a descoberta, pois quem não queria ter fama? Ser conhecido como um cara que descobriu tal coisa? (Aluno 7).

Os alunos discutiram ainda que apesar dos diferentes motivos que impulsionam os estudos científicos, o compartilhamento de ideias é importante para se alcançar um resultado mais contundente.

... com essas descobertas ajudaram na evolução do mundo e até hoje é assim, claro que às vezes tem rivalidade, mas quando trabalham juntos, as ideias aumentam e as descobertas são maiores. (Aluno 11)

... assim como no mundo biológico como no mundo científico houveram disputas, rivalidades, mas juntando todos poderá criar, descobrir uma coisa maior do que a rivalidade, o trabalho em grupo, pois mais cabeças pensam melhor do que uma. (Aluno 7)

Em 1953, Linus Pauling publicou um artigo apresentando um modelo para a estrutura do DNA formado por três cadeias, com um esqueleto açúcar-fosfato voltado para o interior da molécula e ligações de hidrogênio unindo os grupamentos fosfato (Linus e Corey, 1953). No entanto, a presença de tais ligações de hidrogênio inviabilizava por completo o modelo, pois a estrutura proposta não poderia ser de uma molécula de natureza ácida.

Watson e Crick esforçaram-se para propor o modelo correto ao perceberem o equívoco cometido por Linus Pauling. Eles recorreram a informações fornecidas por vários pesquisadores e publicaram em 1953 um artigo apresentando um modelo para a estrutura tridimensional do DNA que foi e continua sendo amplamente aceito pela comunidade científica (Watson e Crick, 1953).

Diante do exposto, é possível demonstrar que o conhecimento atual acerca da molécula de DNA foi fruto de um processo que progrediu lentamente no decorrer da história e resultou na compreensão da composição, estrutura e função desta importante molécula. Por essa razão, é fundamental que os conteúdos apresentados em alguns livros didáticos e, muitas vezes ensinados aos alunos, não se restrinjam apenas às contribuições de James Watson e Francis Crick, mas remetam a todo um contexto histórico e científico perpassado por décadas. Um sujeito da pesquisa reconheceu o envolvimento de um grande número de pesquisadores para a construção do conhecimento científico e expressou a necessidade de um maior reconhecimento pelas suas contribuições:

Apesar de tudo foram reconhecidos pelos seus trabalhos, mas ainda precisamos reconhecê-los mais por tudo o que contribuíram (Aluno 8)

É possível verificar que o trabalho com ideias e valores relacionados à construção do conhecimento científico enquanto fazer humano é de grande importância para o fortalecimento do processo educativo proporcionado pela escola, notadamente pela disciplina de Biologia no ensino médio. Como consequência vislumbra-se o fortalecimento da capacidade crítica dos alunos de compreender os avanços da ciência e sua relação com o cotidiano dos sujeitos historicamente situados nesse contexto histórico de grandes avanços científicos.

5. Considerações finais

A partir da realização da pesquisa em questão foi possível verificar como a História da Ciência pode se tornar uma grande aliada no aprendizado dos alunos sobre o conteúdo de genética. As dificuldades relatadas para a abordagem da História da Ciência nas escolas de ensino básico regular podem ser amenizadas se nos cursos de formação dos professores o estudo sobre a História da Ciência

for de fato aprofundado e realizado, além de ser interessante a estrutura curricular dos cursos de licenciatura contarem com a presença de disciplinas como Filosofia e Introdução a História da Ciência que auxiliarão na transformação da concepção empirista de ciência.

Outra percepção verificada a respeito de modificações no plano básico de ensino está na seleção dos livros didáticos, uma vez que esses precisam ser avaliados criteriosamente para que possam se tornar elementos básicos de consulta. Tem-se que os livros didáticos utilizados no ensino médio raramente abordam a História da Ciência como ponto de análise de uma disciplina, o que pode dificultar a compreensão dos alunos acerca dos processos históricos envolvidos em algumas teorias.

Espera-se que a presente pesquisa colabore para o trabalho dos professores não somente das áreas biológicas como também para professores de outras ciências, utilizando como complementação do conteúdo a História da Ciência que contribui significativamente para a compreensão e construção do conhecimento dos alunos.

6. Referências Bibliográficas

Avery, O., Macleod, C.M., & McCarty, M. (1944). Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types. Induction of transformation by a desoxyribonucleic acid fraction isolated from *Pneumococcus* type III. *The Journal of Experimental Medicine*, 79: 137-158.

Bizzo, N.M.V. (1991). *Ensino de evolução e história do darwinismo*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Brasil. (2001). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília. *MEC/SEMTEC*.

Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. Contraponto: Rio de Janeiro.

Carneiro, M.H.S., & Gastal, M.L. (2005). História e Filosofia das Ciências no Ensino de Biologia. *Ciência & Educação*, 11(1), 33-39.

Dahm, R. (2005). Friedrich Miescher and the discovery of DNA. *Developmental Biology*, 278: 274-288.

Fleck, L. (1986). *A gênese e o desenvolvimento de um fato científico*. Madri: Alianza Editorial.

Franklin R., & Gosling R.G. (1953). Evidence for 2-Chain Helix in Crystalline Structure of Sodium Deoxyribonucleate. *Nature*, 172(4369): 156-157.

Griffith, F. (1928). The significance of pneumococcal types. *Journal of Hygiene*, 27:113-159.

Hargittai, I. (2009). The tetranucleotide hypothesis: a centennial. *Structural Chemistry*, 20, 753–756.

Japiassu, H. (1991). *As paixões da ciência: estudos de história das ciências*. São Paulo. Letras & Letras.

Justina, L.A.D., & Ferrari, N. (2000). Bachelard: a teoria mendeliana como exemplo de ruptura – a construção do conhecimento científico na escola. *Biotemas*, 13(2), 119-135.

Linus, P., & Corey, R.B. (1953). A proposed structure for the nucleic acids. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 39(2), 84–97.

- Loreto, E.L.S., & Sepel, L.M.N. (2003). *Atividades Experimentais e Didáticas de Biologia Molecular e Celular*. 2ª edição. Sociedade Brasileira de Genética. Ribeirão Preto. São Paulo.
- Lüdke, M., & André, M.E.D.A. (1986). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Minayo, M.C.S., Deslandes, S.F., Cruz Neto, O., & Gomes, R. (1994). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes.
- Torres, B.B. (2001). *Educação em Ciências Biológicas*. In: Souza Jr., C.L. (Ed.). 18º Encontro sobre temas de Genética e Melhoramento. Piracicaba: 2001.
- Watson, J.D., & Crick, F.H.C. (1953). Molecular structure of nucleic acids - a structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 171 (4356): 737-738.
- Watson, J.D. (2005). *DNA - o segredo da vida*. Companhia das Letras.
- Wilkins, M. H. F., Stokes, A. R., & Wilson, H. R. (1953). Molecular structure of deoxypentose nucleic acids. *Nature*, 171(4356): 738-740.