



CONCEPÇÕES DE DNA APRESENTADAS POR ALUNOS CONCLUINTES DO ENSINO MÉDIO

Aline Alves da Silva¹

Mestranda em Educação- UNIOESTE – nyne_alves@hotmail.com

Aline Viana²

Graduada no curso de Ciências Biológicas – UNIOESTE – alineee_viana@hotmail.com

Lourdes Aparecida Della Justina³

Docente do Curso de Ciências Biológicas e Mestrado em Educação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – lourdesjustina@gmail.com

RESUMO:

Os alunos possuem conhecimentos prévios sobre os conteúdos escolares que devem ser considerados pelos professores na prática educativa. O objetivo desta pesquisa consistiu em verificar, mediante modelos mentais, as concepções sobre o conceito de DNA de alunos concluintes do ensino médio. A metodologia investigativa pautou-se na análise de conteúdo por meio de categorização com a apreciação dos modelos mentais produzidos por 32 alunos. Observou-se que os alunos possuem um conhecimento fragmentado do conceito de DNA, fator limitante ao entendimento e crítica fundamentada a respeito de temas relacionados à genética e às tecnologias que envolvem esse conhecimento.

Palavras-chave: Formação cidadã, DNA, genética, Ensino de Biologia.

RESUMEN:

Los alumnos poseen conocimientos previos sobre los contenidos escolares que deben ser considerados por los profesores en la práctica educativa. El objetivo de esta investigación consistió en verificar, mediante modelos mentales, las concepciones sobre el concepto de DNA de alumnos concluyentes de la Enseñanza Media. La metodología investigativa se pautó en el análisis del contenido por medio de la categorización con la apreciación de los modelos mentales producidos por 32 alumnos. Se observó que los alumnos poseen un conocimiento fragmentado del concepto de DNA, un factor que les limita el entendimiento y la crítica fundamentada respecto de temas relacionados a la genética y a las tecnologías que envuelven ese conocimiento.

Palabras clave: Formación ciudadana, DNA, genética, Enseñanza de Biología

ABSTRACT:

Students have got some previous knowledge about school contents and they should be considered by their teachers in their teaching practices. The aim of this research was to verify, throughout mental models, the students' conceptions about DNA once they are concluding secondary school. The research methodology adopted by us was based upon the analysis of the content through the categorization with an appreciation of the mental models produced by 32 students. We could observe that the students show a fragmented kind of knowledge about

¹ Graduada no curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste/Brasil – Cursando Mestrado em Educação na mesma universidade.

² Graduada no curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste/Brasil.

³ Graduada em Ciências Biológicas, Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC/Brasil, Doutora em educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp/Brasil.

the concept of DNA and it is a fact that limits their understanding and critical position concerning the topics related to genetics and the technologies which involve this kind of knowledge

Keywords: Citizen Formation, DNA, Genetics, Biology teaching.

1. INTRODUÇÃO

A visão de que a ciência produz verdades inquestionáveis perdurou por todo o período da ciência moderna e esse pensamento continua a ter grandes influências na sociedade contemporânea e, a partir dessa perspectiva, podem-se reconhecer características de uma produção de conhecimento inteiramente dissociada da realidade social de grande parte da população humana. Nessa visão, a existência concreta, a base do real e material sobre a qual se constrói o todo social não aparece (FENELON, 2008). Com isso, surge o cientificismo, a crença de que o único conhecimento válido é o científico, de que tudo pode ser conhecido pela ciência e que o conhecimento, para ser válido, dever ser verificado experimentalmente e apresentar provas confirmadoras de sua fidedignidade (KOCHE, 2009). Ainda nos dias atuais pode-se observar que a ciência continua como uma verdade absoluta e inquestionável pela maioria da sociedade. Essa configuração de ciência é bastante evidente em propagandas publicitárias, nas quais, frequentemente, utiliza-se o slogan “comprovado cientificamente”, para garantir credibilidade a determinado produto.

Um exemplo da utilização da ciência como forma de incentivar o consumo de determinado produto é o da molécula de DNA (ácido desoxirribonucleico) que é utilizado em larga escala atualmente. Esse conceito é empregado de forma apelativa, com o intuito de intensificar as vendas. O DNA é apresentado em rótulos e em propagandas publicitárias de uma variedade de produtos, também, serve como ícone dentro da ciência, como sinônimo de desenvolvimento e modernidade em diversos eventos da área. Com tudo, uma boa parcela da população mundial não tem conhecimento a respeito desse conceito científico, o que muitas vezes se deve ao fato de ser uma representação abstrata da molécula de DNA e todos os conceitos a ela ligados (JANN, LEITE, 2010, p. 283). Isso ainda se intensifica porque, além de ser um conceito abstrato, muitas vezes, é abordado nas escolas de forma fragmentada e descontextualizada. Tal fato dificulta, ainda mais, a sua compreensão.

Outro problema relacionado ao campo científico ao qual se refere o discurso da neutralidade da ciência é o que defende que o cientista não é influenciado por nenhuma esfera da sociedade, tal como economia, política e contexto social. Sobre esse tema Angotti e Auth (2001) ressaltam que, enquanto uma minoria elevou, potencialmente, seus bens e prestígio – ocultados pelo discurso sobre a neutralidade científica e tecnológica, como meio de progredir com o intuito de beneficiar toda a sociedade –, a maioria foi esfacelada e acabou-se por diminuir o que esses ainda tinham, enquanto que outros, por sua vez, foram reduzidos à miséria, marginalizados e condenados a uma péssima educação. Fato que os condiciona a continuarem em sua ausência de conhecimento intelectual, facilitando o domínio a eles impostos.

Uma forma de melhorar e diminuir essa visão positivista da ciência perante a sociedade é inserir a história de determinados conhecimentos científicos no ensino das diversas ciências. A utilização da história da ciência no ensino de genética – com o intuito de possibilitar a tomada de consciência pelo aluno de que a ciência não se constitui de verdades irrefutáveis e absolutas, ao contrário disso, a ciência se edifica por meio de uma construção com influências culturais, políticas, econômicas e sociais –, cria nos educando uma consciência crítica. Apresentar aos alunos o fato de que a história da ciência é decorrente, muitas vezes, de inúmeras tentativas, obstáculos, retornos, refutações e aperfeiçoamentos que fazem parte do processo de desenvolvimento do conhecimento científico, concretizando-se em um conhecimento verdadeiro, mesmo que temporariamente – ou seja, até que surjam novas evidências para acrescentar, modificar ou até mesmo refutar determinado conhecimento –, pode deixar claro para os alunos que a ciência não se constitui de verdades inquestionáveis e imutáveis já que está é uma construção humana e, portanto, sujeita às influências externas (SCHEID; DELIZOICOV; FERRARI, 2003, p. 7).

Porém como relatado por Tavares et. al. (2004), durante o período escolar os conceitos são trabalhados de forma automática, sem contextualização, sem se preocupar com que o aluno aprenda e saiba relacioná-los com o cotidiano. Assim, os alunos somente decoram essas estruturas e mecanismos conceituais. Não existe, nesse processo, a tentativa de constituir ligações no período das aulas e no desenvolvimento de atividades didáticas.

Deste modo, a área de ensino de ciências, no que se refere aos conceitos de genética, enfrenta grandes dificuldades para que os alunos compreendam os conceitos de forma integrada, sem apenas memorizá-los para reproduzi-los em uma prova aplicada posteriormente à matéria estudada e, após isso, é esquecido sem haver uma apropriação de fato. Isso faz com que o ensino de ciências se torne irrelevante para a vida do sujeito, pois esse não irá mais utilizar os conhecimentos vistos após ter passado o período de estudos, pois esse não aprendeu a fazer associações entre os conteúdos científicos e a vida cotidiana.

O DNA, como parte integrante dos conceitos a serem apresentados na disciplina escolar de Biologia, no que se refere aos estudos de genética, é exemplificado pelo modelo apresentado por Watson e Crick, em 1953, à comunidade científica. Neste, ele é representado por uma estrutura química em dupla hélice. Essa estrutura é composta por desoxirriboses, ligadas a fosfatos de um lado e as bases nitrogenadas (citosina, guanina, timina e adenina) e, do outro lado, essas se ligam por meio de pontes de hidrogênio, seguindo uma ordem: timina se liga a adenina por meio de duas pontes de hidrogênio e citosina se liga a guanina por meio de três pontes de hidrogênio (WATSON; CRICK, 1953). Entretanto, esse modelo não representa a estrutura molecular integral do DNA, visto que esse ainda interage com proteínas e o meio ambiente externo e interno, participa da transcrição e da tradução, dentre outros.

Cabe aqui ressaltar que trabalhar com esse conceito em sala de aula é relevante. Conforme relatam Lima et al (2008, p. 2):

No final do século XX, a clonagem de animais, o sequenciamento do genoma humano, o desenvolvimento das técnicas de impressão do DNA, terapia gênica entre outros, aumentaram a importância das questões culturais, sociais e éticas que envolvem a aplicação destas tecnologias. Todos nós somos convocados a refletir e a opinar sobre os benefícios, riscos e ética provenientes das biotecnologias geradas. Portanto, para que possamos entender e nos colocar diante desta nova realidade é fundamental uma educação genética adequada e eficiente nas Escolas.

Alguns artigos, pautados em trabalhos de pesquisa acadêmica, descrevem como os alunos do Ensino Médio concebem os conceitos de genética. Um desses é o apresentado por Lima et al (2008), que relatam uma pesquisa de campo com alunos de primeiro, segundo e terceiro anos do Ensino Médio, de escolas particulares e públicas de Minas Gerais/Brasil, com a seguinte questão “o que é gene, DNA e cromossomo?”. Em seguida, pediram para os alunos desenharem, dentro da célula, o gene, o DNA e o cromossomo. Eles tinham como objetivo analisar como esses alunos entendiam esses três conceitos. Chegaram à conclusão de que esses alunos tinham dificuldade em entender esses conceitos, e o que responderam, na maioria dos casos, eram informações constituídas de respostas cientificamente incorretas. Isso demonstra a necessidade de se trabalhar os conteúdos científicos de forma relacionada, visto que, trabalhar os conceitos de forma separada, está causando distorções e compreensão limitada por parte dos alunos. Isso os impossibilita de refletir fundamentadamente sobre as questões relacionadas a esses conhecimentos e eles impostos, o que, muitas vezes, limita o seu poder de decisão, caso que também deve ser considerado.

Paiva e Martins (2005) perceberam a dificuldade que os alunos tiveram em sua pesquisa em relacionar cromossomo e gene. Sobre isso os autores descrevem que se esses conceitos não forem explicados e organizados de forma coerente, pode haver dificuldade para que os alunos consigam relacioná-los. Destacam, ainda, o fato de que, no contexto de sala de aula, esses e outros conceitos são apresentados aos estudantes de maneira desconectada em sua maioria, por haver muitos conteúdos a ser trabalhado. Isso acarreta tempo, assim, fica complicado para esses professores estabelecer relações em tão pouco tempo. Portanto, a falta de compreensão e habilidade para fazer aproximações está presente em outros conceitos relacionados à genética e não somente com o conceito de DNA.

Como a genética é uma área de grande interesse econômico, político e social, é relevante pesquisar como ocorre a formação de conceitos dessa área pelos alunos, já que as pessoas precisam opinar e tomar decisões que envolvem esse conhecimento. Nesse artigo optou-se por analisar como o conceito de DNA é construído por alunos do Ensino Médio, visto que esse conceito está presente em um amplo aspecto da sociedade e pode influenciar na vida e mudar a forma de viver de determinada pessoa como, por exemplo, o teste de DNA, que pode evidenciar a paternidade e maternidade, bem como avaliar se determinado suspeito cometeu ou não um crime, entre outras influências que esse conhecimento pode trazer para a reflexão nas decisões a serem adotadas pelas pessoas.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede pública de ensino, com alunos do segundo ano do Ensino Médio, com a participação na pesquisa de 32 alunos, identificados a partir de códigos formados pela letra “A” (aluno), seguida por uma sequência numérica (A01-A32).

A coleta de dados foi realizada a partir de uma atividade em sala de aula aonde foi proposto aos alunos que realizassem a elaboração de um modelo mental individual. Segundo Moreira (1996, p.196), “um modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde analogamente com aquilo que está sendo representado”. Esse modelo deveria conter todos os seus conhecimentos a respeito do DNA. A análise foi realizada com base na abordagem qualitativa (MARKONI; LAKATOS, 2008), que busca interpretar o que o sujeito diz, com o objetivo de analisar os conhecimentos prévios sobre o conceito de DNA, construídos em sua formação, que vai além dos conteúdos escolares, envolvendo o cotidiano, a família, os amigos, a mídia em geral, dentre outros espaços formativos.

Para sistematizar a etapa da “análise e discussão dos resultados”, optou-se por dividir os modelos mentais em categorias para Bardin (1979, p. 117),

[...] a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação, e seguidamente por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidade de registro no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico agrupamento esse efetuado em razão dos caracteres comuns desses elementos.

Para a divisão em categorias, foi efetuado um levantamento no qual analisou-se cada conceito de cada mapa mental e, desses conceitos, originaram-se dez categorias representadas por letras do A ao J. A partir disso existe a possibilidade de uma melhor observação e sistematização do desenvolvimento da temática, bem como, a maneira que os alunos responderam ao trabalho realizado.

Quadro 1: Categorias utilizadas para a análise dos conceitos presentes nos modelos conceituais, descrição detalhada e código utilizado para identificá-las ao longo do artigo.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	SIGNIFICADO GENÉTICO
A	DNA na célula	Ambos os conceitos estão relacionados à visão molecular clássica de DNA, com o DNA presente na célula, como parte dos cromossomos, da transcrição e tradução, constituído por bases nitrogenadas, participando da divisão celular onde ocorre a duplicação do material genético, dentre outros.
B	DNA ligado à definição do sexo	Esta visão traz o DNA como fator determinante das características sexuais e, também, como se somente existisse DNA nesses cromossomos.
C	DNA representado pelo cromossomo	Esta visão pode estar relacionada ao fato de o DNA ser visível nessa forma que corresponde a seu maior nível de condensamento, além de ser desta forma que o DNA é exibido em figuras/imagens nos livros didático, na mídia e nas reportagens.
D	DNA caracteriza os seres vivos	Esta é uma visão determinista de DNA, que traz a molécula de DNA como a única responsável pelas características dos seres vivos.
E	Genética como a ciência que estuda o DNA	Os alunos entendem a genética como a ciência que estuda o DNA, visto que esses só estudam esse conteúdo nesta parte da Biologia.
F	Modelo do DNA dupla hélice	Os alunos entendem o DNA como sendo o modelo da dupla hélice, proposto por Watson e Crick.
G	DNA herdado	Apresentam o DNA como as características passadas dos pais para os filhos.
H	Teste de DNA	Entendem o DNA como o teste realizado por meio da análise dos microssatélites contidos no genoma para avaliar o grau de parentesco entre os indivíduos.
I	DNA como material genético	Os alunos entendem que o DNA é o único local destinado a armazenar as informações genéticas.
J	Conceitos vagos, distorções que não representam	Os alunos ligam o DNA a “gene”, “gene e ribossomo” sem fazer qualquer especificação. Significados atribuídos por

	conceitos científicos	alunos que apresentaram distorção do conceito de DNA. Aqueles que entendem o DNA como somente presente no sangue e ainda os que não emitiram nenhuma ligação ao termo DNA.
--	-----------------------	--

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos modelos mentais dos alunos individualmente, com o tema central o ácido desoxirribonucleico (DNA), foi realizada de modo a evidenciar as concepções dos alunos relativas ao modelo de DNA e seu arcabouço conceitual. Assim, este trabalho se justifica, pois, conforme Paiva e Martins (2005), o entendimento prévio que os alunos dispõem dos conteúdos científicos devem ser levados em consideração pelo professor, visto que podem facilitar seu trabalho, já que, desse modo, pode preparar suas aulas com o intuito de melhor atender as necessidades do aluno. Neste sentido, o professor deve agir com cuidado e certificar-se de como os alunos entendem os conceitos que serão desenvolvidos, pois esses podem ser um obstáculo para a aprendizagem. Com a análise, os modelos mentais foram categorizados conforme o Quadro 2.

Quadro 2: Categorias utilizadas para a análise dos conceitos presentes nos modelos conceituais, código que identifica quais alunos que produziram o mapa, número de alunos.

CATEGORIA	ALUNOS	N. DE ALUNOS
A	A-03, A-07, A-10, A-11, A-15, A-20, A-22, A-24, A-25, A-26 e A-27.	11
B	A-02, A-09 e A-30.	3
C	A-04, A-05, A-07, A-09, A-12, A-13, A-15, A-17, A-18, A-19, A-21, A-25, A-27 e A-30.	14
D	A-04, A-05, A-11, A-16, A-17, A-21 e A-28.	7
E	A-05, A-07, A-15, A-25, A-27, e A-30.	6
F	A-01, A-05, A-12, A-14 e A-18.	5
G	A-07, A-09, A-10, A-12, A-15, A-16, A-18, A-22, A-24 e A-28.	10
H	A-08 e A-13.	2
I	A-02, A-10, A-14, A-23 e A-28.	5
J	A-06, A-08, A-14, A-18, A-24, A-29, A-31 e A-32.	8

A categoria A, englobou alunos que apresentaram o DNA ligado à célula, que é onde o DNA está presente, (A-03, A-10, A-11, A-20, A-22, A-24, A-26 e A-27) e os alunos que relacionaram o DNA com a divisão celular (A-07, A-15 e A-25). Essa visão é correspondente ao que, geralmente, encontra-se nos livros didáticos trabalhados nas escolas. Como ocorre, por exemplo, com a concepção apresentada no livro de Biologia de Amabis e Martho (2004, p.161), pois, quando apresentam o núcleo celular, eles relatam que

[...] o constituinte fundamental do cromossomo é uma longa molécula de DNA, constituída por duas cadeias de nucleotídeos (cadeias polinucleotídicas) emparelhadas por meio de pontes de hidrogênio entre bases nitrogenadas complementares.

Dessa forma fica evidente por que os alunos relacionam o DNA à célula e à divisão celular, pois, como presente no livro intitulado *Bases da Biologia Celular e Molecular*, de Robertis (2001), na mitose e na meiose o que se divide são os cromossomos que se duplicam e são divididas as cromátides irmãs na mitose e na meiose dois, já na meiose um o que é dividido são os cromossomos homólogos, com o intuito de reduzir, pela metade, o número de cromossomos para formar as células gaméticas.

Na categoria B, os alunos A-02, A-09 e A-30 expressam, em seus modelos conceituais, que o DNA está ligado à determinação do sexo. Pode-se observar a forte influência do conhecimento de senso comum e midiático nessa ligação, pois a exposição à

informações sobre os cromossomos sexuais X e Y, que definem o sexo, é muito abordado no cotidiano familiar, reportagens, novelas, entre outras. Assim, tais incoerências evidenciam que os alunos negociam os saberes escolares com os demais saberes de forma individual e, além disso, não conseguem diferenciar tais saberes quando consideram que apenas o escolar é exigido (SILVEIRA; AMABIS, 2003).

Essa ligação deve ser trabalhada de modo que não ocorra uma distorção do conhecimento, que os conhecimentos prévios dos alunos sejam levados em consideração para que haja a construção do conhecimento científico. Segundo Delizoicov e Angotti (1992 *apud* VANZELA; BALBO; JUSTINA, 2007, p. 13), “estudos mostram que é possível trabalhar os conteúdos do ensino associados ao cotidiano dos alunos de maneira que as dificuldades contidas no conhecimento científico possam ser aplicadas em situações reais”. Tal modo apresenta aos alunos caminhos de estudos no qual possam construir uma concepção fundamentada sobre a natureza do conhecimento científico, superando-se, assim, o ensino tradicional (SÁ, LIMA, AGUIAR–JR, 2011; NASCIMENTO, 2004; LIMA, DAVID, MAGALHÃES, 2006).

Essa concepção também pode estar ligada ao que Paiva e Martins (2005, p.14) relatam na análise de conceitos relativos à genética com alunos do terceiro ano do Ensino Médio:

[...] os diferentes tipos celulares só possuem os cromossomas ou genes de que necessita e que estes são expressos continuamente. Para lidar com esse problema, não basta apenas ensinar as leis de Mendel e relacioná-las ao comportamento de cromossomas durante a divisão celular. É necessário que os estudantes também compreendam que os genes não são estáticos e que podem ser regulados de acordo com as necessidades da célula, ou seja, que diferentes genes estão ativos em diferentes tipos de células.

Na categoria C, os alunos A-04, A-05, A-07, A-09, A-12, A-13, A-15, A-17, A-18, A-19, A-21, A-25, A-27 e A-30 fazem ligação entre o DNA e o Cromossomo. Silveira e Amabis (2003) evidenciaram que, apesar dos alunos não conseguirem definir o que é o cromossomo, eles conseguem reconhecer o cromossomo em um desenho esquemático de célula. Isso deixa evidente que a imagem do cromossomo pode ser associada, pelos alunos, como o DNA. O mesmo autor sugere que interpretar as imagens utilizadas nas aulas de genética é de fundamental importância para criar condições de generalização dos conceitos. Ao encontrar um esquema simplificado, o aluno pode saber que as informações ali representadas são aplicáveis na grande maioria dos exemplos do conceito que se deseja construir.

Na categoria D, os alunos A-04, A-05, A-11, A-16, A-17, A-21 e A-28 relacionam o DNA com as características dos seres vivos, como sendo ele responsável por esta determinação, porém A-05, A-11, A-16, A-21 e A-28 não citam quem são os seres vivos, A-04 e A-17 citam os seres vivos como sendo “Plantas, Animais e Humanos”. Nenhum dos alunos infere os fatores ambientais nessas características. Esse conhecimento superficial sobre como se expressam as características, deve-se ao fato de serem os alunos expostos a informações “soltas” sobre o assunto, com uma visão determinista de DNA, como se o código genético fosse o único responsável pelas características dos organismos. Perrotti e Manoel (2001, p. 79) afirmam que “o organismo se desenvolve em sua interação com um contexto ou ambiente particular [...] do intenso contato entre ambos, surgem características novas no organismo e no ambiente: um influencia e é influenciado pelo outro; dessa forma, ambos se constroem a partir dessa interação”.

Outro fato que temos que destacar é a visão de que o ser humano não faz parte do reino dos animais, e essa pode estar relacionada com a influência religiosa cristã, que é predominante no Brasil. Segundo essa ideologia, tem-se a imagem: “e criou Deus o homem à sua imagem; à imagem de Deus o criou; homem e mulher os criou.” (GENESIS, 1:27). Assim, não pertenceria o ser humano ao reino dos animais. Como também pode estar relacionada com a concepção antropocêntrica da vida, sendo uma influência social, a qual considera que o homem é superior aos animais.

Na categoria E, os alunos A-05, A-07, A-15, A-25, A-27 e A-30 ligam o DNA com a genética, o que nos leva a entender que eles compreendem a genética como sendo a ciência que estuda o DNA. Essa concepção pode ter influência da fragmentação do ensino de Ciências e Biologia, no qual o DNA é trabalhado apenas dentro do conteúdo de genética, não sendo abordado anteriormente. Segundo Pedrancini (2007), um dos principais motivos que dificulta a aprendizagem significativa de conceitos e processos biológicos reside no ensino fragmentado e

conservador. Essa prática pedagógica restringe o desenvolvimento de uma visão sistêmica a cerca dos assuntos trabalhados pelo professor, desse modo, o aluno não vê coerência nos temas estudados. Tal questão impossibilita-lhe de entender as diversas concepções sobre o conteúdo, não entendendo, assim, as suas relações com os seres vivos (ANDREATTA; MEGLHIORATTI, 2009; VANZELA; BALBO; JUSTINA, 2007).

Para que ocorra a aprendizagem significativa – e, conseqüentemente, o rompimento no ensino tradicional – faz-se necessário uma mudança na formação de professores, envolvendo discussões sobre o campo metodológico e conceitual da prática pedagógica e dos conceitos científicos de modo que esse domínio seja transposto aos alunos da Educação Básica (NASCIMENTO, 2004).

Na categoria F, estão presentes os alunos que esquematizaram em seu mapa mental o modelo da dupla hélice (A-05 e A-14) que relacionaram o DNA às bases nitrogenadas (A-12 e A-18) ou que, de alguma forma, citaram o modelo de DNA proposto por Watson e Crick (A-01). O modelo de dupla hélice foi apresentado à sociedade em sete de março de 1953, por James Watson e Francis Crick. A “descoberta” da estrutura do DNA foi um marco na história. Segundo o artigo de Watson e Crick (1953), o DNA se configura em uma dupla hélice, constituídas de fosfatos, desoxirriboses e bases nitrogenadas, sendo que as últimas são classificadas em purinas (adenina e guanina) e pirimidinas (timina e citosina). Essas se ligam, ordenadamente, por meio de pontes de hidrogênio. Assim, uma purina sempre se liga a uma pirimidina, seguindo a ordem adenina com timina e guanina com citosina, formando, dessa forma, uma dupla hélice helicoidal. A inferência desse modelo pelos alunos pode estar relacionada à abordagem desse modelo na sala de aula como, também, por propagandas e publicidades que utilizam esse modelo para representar a molécula quando a ela se remetem.

Na categoria G, observamos expressões como A-10, A-18, A-22 e A-24: “DNA é recebido dos pais”, A-12 e A-28: “é herança dos pais” ou, ainda, A-07, A-09, A-15, A-16 e A-24: “Semelhança” que, provavelmente, está relacionada ao modo de ver dos alunos com o conceito de hereditariedade. Podemos observar que o conceito de hereditariedade está vinculado à sociedade no senso comum. Desde criança se escuta expressões como “nossa você é a cara do seu pai” ou “você tem os olhos da sua mãe” entre outras. Portanto, é compreensível a utilização desses termos para se referir a esse conceito.

Não podemos, porém, deixar o conhecimento científico de lado. O conceito de hereditariedade, explicado por meio dos famosos experimentos de Mendel – no qual, a partir de observações em cruzamentos entre híbridos de ervilhas, verificaram-se caracteres que são passados através das gerações como uma herança (PRESTES; DE ALENCAR; CALDEIRA, 2009) – encontra ainda reflexos nas concepções atuais. Com esse estudo fica evidente que o conhecimento científico não é inalterado, como se a ciência fosse uma verdade absoluta, suas teorias e conceitos integrantes são tentativas e estão sujeitas a constantes mudanças.

Na categoria H, observamos expressões como A-08: “Quando nossos pais têm dúvidas eles fazem o DNA”, e A-13: “diferença entre os seres humanos”, essa pode ter ligação com as características visuais e/ou com o caráter molecular. Ambas podem ser uma inferência ao teste de DNA. Apesar de apenas dois alunos terem se remetido ao teste de DNA, este exame tem sido abordado amplamente pelas mídias como formas de resolver crimes, provar paternidade ou maternidade dentre outros.

Na categoria I os alunos A-10, A-14, A-23 e A-28 ligam o DNA ao material genético, deixando a entender que o DNA é o único responsável por armazenar o material genético. O aluno A-02 coloca o DNA e RNA como responsáveis pelo armazenamento das informações genéticas. A inferência do DNA como único responsável por armazenar o material genético, pode estar relacionada com a percepção do DNA restrito aos seres humanos ou aos animais, desconhecendo o armazenamento das informações genéticas nos demais seres vivos.

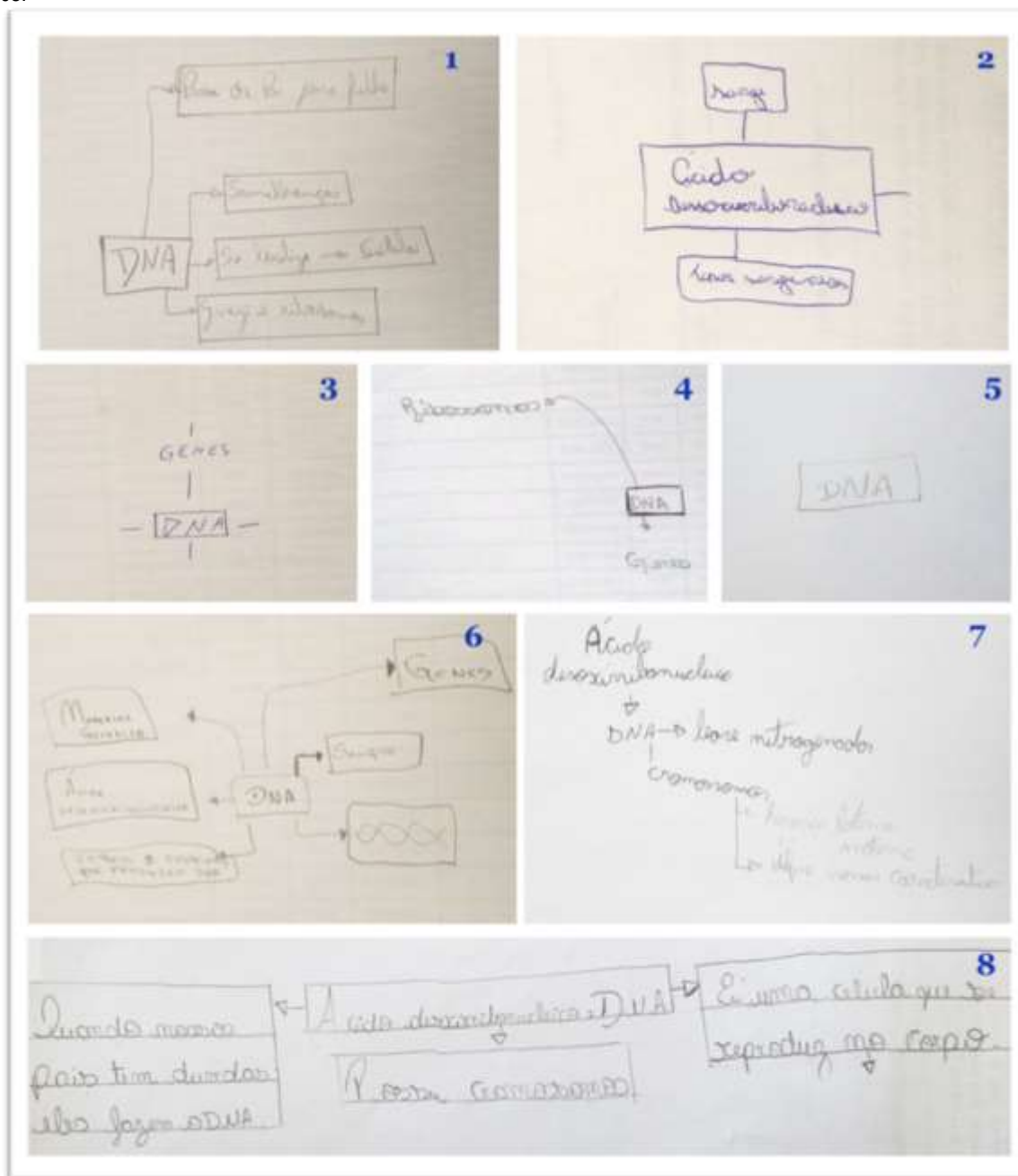
Isso ocorre pela deficiência do ensino nas escolas. Possivelmente o aluno apenas estuda genética humana e, nesse estudo, em nenhum momento são abordadas as relações do DNA com os outros animais, plantas e microrganismo. Ocorre, dessa maneira, a sustentação da visão equivocada desse conceito. Isso pode também evidenciar a influência da mídia na construção de conceitos pelos alunos, visto que, quando se fala em DNA em meios de comunicação, geralmente, ele é associado aos seres humanos (PEDRANCINI et al., 2007).

Na categoria J estão presentes alunos que relacionaram alguns conceitos vagos como A-06: “gene” e A-24: “gene e ribossomo”. Nesse grupo os alunos não especificam o que é gene ou ribossomo, e não os relacionam com outros conceitos. Alunos que apresentaram distorção do conceito de DNA como, por exemplo, o A-08 que se refere ao “DNA como se fosse uma célula e ao cromossomo como se fosse uma organela”, A-14 coloca o “DNA como

sendo diferente de Ácido desoxirribonucleico e que existe 5 proteínas que produzem DNA”, A-18 também refere-se ao “DNA diferente de Ácido desoxirribonucleico” e A-29 menciona que o “DNA está presente no sangue”. Temos nesse grupo ainda o aluno A-32, que não apresentou nenhum conceito relacionado ao DNA.

Na sequência, apresentamos os originais de alguns dos modelos mentais produzidos pelos participantes da pesquisa. Neles podem se observar as diferentes influências que interferem na construção do conceito de DNA.

Figuras 1 a 8: Modelos mentais, tendo como tema central o ácido desoxirribonucleico (DNA). 1. Visão geral do modelo mental elaborado pelo A-24. 2. Visão geral do modelo mental elaborado pelo A-29. 3. Visão geral do modelo mental elaborado pelo A-06. 4. Visão geral do modelo mental elaborado pelo A-31. 5. Visão geral do modelo mental elaborado pelo A-32. 6. Visão geral do modelo mental elaborado pelo A-14. 7. Visão geral do modelo mental elaborado pelo A-18. 8. Visão geral do modelo mental elaborado pelo A-08.



A relação que os alunos fazem com o DNA presente em tecidos, como é o caso de A-29 – que traz o DNA como presente no sangue, sem relacioná-lo a mais nenhuma parte

constituente do ser vivo –, pode estar relacionada com o que comentam Pedrancini et al (2007, p. 304):

Estas ideias revelam influências de antigas concepções de que a hereditariedade era transmitida pelo sangue, ou, mais provavelmente, das divulgações da mídia sobre os atuais testes de paternidade e exames criminalísticos baseados na análise de DNA extraído do sangue, fio de cabelo, pele ou outros tecidos dos indivíduos envolvidos.

De acordo com Bastos et al (2004, p. 44), a distorção “consiste em o aluno construir, para os conhecimentos científicos que estão sendo estudados, uma versão alternativa que embora ele não perceba é consideravelmente discrepante da visão dos cientistas”. Essas distorções são claramente expostas nessa categoria.

Evidenciou-se, mediante a análise dos modelos mentais, que os estudantes constroem explicações próprias para os fenômenos biológicos durante o processo de ensino e aprendizagem. Contudo, algumas vezes, a falta de conexões entre conceitos ou o estabelecimento de conexões incorretas tornam estas explicações incompletas ou, até mesmo, inconsistentes com os princípios que se quer ensinar. Esse fato se deve, em parte, à carência de conexões explícitas entre os temas e disciplinas, entre as unidades distintas estabelecidas nos livros didáticos e ao ensino centrado somente na repetição ou no emprego mecânico de conceitos (GIORDAN; VECCHI, 1996).

A ideia do DNA presente no sangue demonstra que os alunos compreendem-no assim devido à deficiência no ensino. Conforme relatado por Pedrancini et al (2007), a visão de que o DNA está presente somente no plasma sanguíneo decorre de formas antigas de entender a hereditariedade como uma transmissão que ocorre pelo sangue, ou, ainda, possivelmente, das exposições midiáticas a respeito dos atuais testes de parentesco e exames criminais fundamentados em análise de DNA que, normalmente, ocorre por meio de extração sanguínea. Contudo, todos esses equívocos conceituais existentes na concepção dos alunos poderiam, e deveriam, ser superados durante as aulas relacionadas com a Ciências e a Biologia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve por objetivo analisar quais as concepções que os alunos apresentam sobre o conceito de DNA. Ao analisar seus resultados, pode-se perceber que essas são diversas. Somente nesta pesquisa podem ser observadas dez visões diferentes, algumas mais completas no sentido molecular, outras com distorções, porém nenhuma fazia referência ao DNA interagindo com o ambiente interno e externo para desenvolver as características biológicas dos indivíduos. Essas concepções evidenciam a urgência em trabalhar de forma integrada, desprendendo-se da obrigação de vencer o conteúdo, passando a trabalhar no sentido de levar os alunos para que se compreendam e associem os conhecimentos científicos de forma reflexiva.

Precisamos nos posicionar perante os problemas a serem superados não só no ensino de Ciências, mas na educação escolar como um todo, pois está evidente nos diversos exames avaliativos e pesquisas científicas – como a de Fourez (2003) que tem como título “A crise no ensino de ciências?”, que relata o desânimo dos alunos perante as disciplinas científicas – que muito ainda há que ser feito para chegarmos a uma educação de qualidade.

Deste modo, no contexto atual, é evidente a ineficácia escolar para formar um cidadão capaz de estabelecer relações e refletir, fundamentadamente, sobre os problemas sociais. Com o intuito de resolver esses problemas, várias pesquisas estão se desenvolvendo a fim de propor mudanças no ensino, para que deixem esse mar de insignificância e passem a fazer sentido para a formação do indivíduo. Dentre essas pesquisas estão as referentes ao ensino por investigação (CARVALHO, 2004; AZEVEDO, 2004; CLEMENTE e TERAZZAN, 2012; dentre outros); as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (SANTOS, 2008; AULER e DELIZOICOV, 2006; SANTOS e MORTIMER, 2000; Dentre outros); e as relacionadas à inserção da história e filosofia da Ciência no ensino (MARTINS, 2008, MATTHEWS, 1995; CARNEIRO e GASTAL, 2005; dentre outros). Assim, pode-se perceber que as pesquisas têm vários apontamentos no sentido de melhorar o ensino. Entretanto, na maioria das vezes, essas pesquisas não chegam à sala de aula.

Portanto, são evidentes as deficiências relacionadas ao ensino de Ciências, e essas precisam ser superadas para que esses alunos possam tomar decisões fundamentadas a

respeito de temas científicos. Para isso, o aluno necessita superar, ou mesmo aprofundar, seus conhecimentos prévios. Estes, muitas vezes, estão carregados da influência midiática, fato que pode provocar distorções e concepções errôneas e, desse modo, impossibilitar a reflexão embasada cientificamente em assuntos como os relacionados ao DNA e suas tecnologias, por exemplo, utilizar ou não produtos geneticamente modificados, permitir um mapeamento genético, dentre outros. Se esses problemas não forem superados, corre-se o risco de formarmos pessoas incapazes de tomar suas próprias decisões, ou fazê-lo sem um mínimo de consciência das consequências de suas atitudes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amabis, J. M & Martho, G. R. (2004): "Biologia". Editora Moderna LTDA, Belenzinho – SP.

Andreatta, S. A. & Meglhioratti, F. (2009). A Integração conceitual do conhecimento biológico por meio da Teoria Sintética da Evolução: possibilidades e desafios no ensino de Biologia. Disponível em: <<http://www.nre.seed.pr.gov.br/uniaodavitoria/arquivos/File/Equipe/Disciplinas/Biologia/oficina/SAIONARAIntegracaoconceitual.pdf>>. Acesso em: 05 Ago. 2015.

Angotti, J. A. P. & Auth, M. A. (2001): "Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação". In: Ciência & Educação, n. 1, v. 7, 2001, p. 15-27. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/02.pdf> Acesso em: 18/02/2015.

Auler, D. & Delizoicov, D. (2006): "Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências". In: REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, n. 2, v. 5, 2006, p. 8. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf Acesso em: 23/09/2015.

Azevedo, M. C. P. S. (2004): "Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula". In: Ensino de Ciências-unindo a pesquisa e a prática, p. 19, 2004.

Bardin, L. (1979). "Análise de conteúdo: . Lisboa: Edições 70. Lisboa.

Bastos, F., Nardi, R., Diniz, R. E. D. S., & Caldeira, A. M. D. A. (2004): "Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências: revisitando os debates sobre construtivismo". Nardi, R; Bastos, F; Diniz, R. E. S. (Org.). "Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores", v.5, p.9-55, 2004, São Paulo.

Carneiro, M. H. S & Gastal, M. L. (2005): "História e filosofia das ciências no ensino de biologia". In: Ciência & Educação, n. 1, v. 11, 2005, p. 33-39. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/03.pdf> Acesso em: 23/09/2015.

Carvalho, A. M. P. (2004): "Ensino de Ciências-unindo a pesquisa e a prática". Cengage Learning Editores, São Paulo.

Clement, L. & Terrazzan, E. A. (2012): "Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa". In: Experiências em Ensino de Ciências, n. 2, v. 7, 2012, p. 98-116. Disponível em: http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/alexbc/materiais/Resolu_o_de_Problemas_de_L_pis_e_Papel_numa_Abordagem_Investigativa__Clement_2012.pdf Acesso em: 22/09/2015.

Fenelon, D. R. (2008): "A formação do profissional de História e a realidade do ensino". In: Tempos Históricos, n. 12, 2008, p. 23-36. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1942-7009-1-PB.pdf> Acesso em: 23/09/2015.

Fourez, G. (2003): "Crise no ensino de ciências?". In: Investigações em ensino de ciências, n. 2, v. 8, 2003, p. 109-123. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID99/v8_n2_a2003.pdf Acesso em: 23/09/2015.

Giordan, A. & Vecchi, G. (1996) As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Editora Artes Médicas, Porto Alegre.

Jann, P. N. & Leite, M. F. (2010): "Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia". In: Ciências e Cognição/Science and Cognition, n. 1, v. 15, 2010, p. 282-293. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/viewFile/192/177> acesso em: 18/02/2015.

Köche, J. C. (2009) "Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa". Ed. 28, Editora Vozes, Petrópolis- RJ.

Lima, A. C; Pinton, M. R. G. M. & Chaves, A. C. L. (2008): "O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no ensino médio". In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2008. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p464.pdf> Acesso em: 22/09/2015.

Marconi, M de A. & Lakatos, E, M. (2004): "Metodologia científica". Editora Atlas, São Paulo.

Matthews, M. (1995): "História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação". In: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, n. 3, v. 12, 1995, p. 164-214. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084> Acesso em: 23/09/2015.

Martins, A. F. P. (2008): "História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho". In: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, n. 1, v. 24, 2008, p. 112-131.

Moreira, M. A. (1996): "Modelos Mentais". In: Investigações em ensino de ciências, n. 3, v. 1, 1996, p. 193-232. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelosmentaisport.pdf> Acesso em: 30/09/2015.

Nascimento, V. B. (2004): "A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências". Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p452.pdf> Acesso em: 23/09/2015.

Paiva, A. L. B. Martins, C. M. C. (2005): "Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética". In: Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, n. 3, v. 7, p. 1-20 Disponível em: <http://150.164.116.248/seer/index.php/ensaio/article/view/99/148>. Acesso em: 22/09/2015

Pedrancini, V. D. Corazza-Nunes, M. J; Galuch, M. T. B; Moreira, A. L. O. R. & Ribeiro, A. C. (2007): "Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico". In: REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, v. 6, n. 2, 2007, p. 299. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf acesso em: 18/02/2015.

Perrotti, A. C. & Manoel, E. J. (2001): "Uma visão epigenética do desenvolvimento motor". In: Revista Brasileira Ciência Movimento, n. 4, v. 9, 2000, p. 77-82. Disponível em: <http://teste.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2010/05/visao-epigenetica-do-desenvolvimento-motor.pdf> Acesso em: 18/02/2015.

Prestes, M. E. B. & Caldeira, A. M. A. (2009): "Introdução. A importância da história da ciência na educação científica". In: Filosofia e história da biologia, n. 1, v. 4, 2009, p. 1-16. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-0-Maria-Elice-Prestes-Ana-Maria-Caldeira.pdf> Acesso em: 23/09/2015.

Robertis, E. M. & Hib, J. (2001): "De Robertis Bases da Biologia celular e molecular". Guanabara Koogan.

Sá, E. F.; Lima, M. E. C. C. & Aguiar Jr, O. (2011): "A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação". In: Investigações em Ensino de

Ciências. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID255/v16_n1_a2011.pdf. Acesso: 03/08/2015.

Santos, W. L. P. (2008): "Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica". In: *Ciência & Ensino*, v. 1, 2008. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/AULA%206-%20TEXTO%2014-%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20MEI.pdf>. Acesso em: 23/09/2015.

Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F. (2000): "Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira". In: *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, n. 2, v. 2, 2000, p. 1-23. Disponível em: <http://ufpa.br/ensinofts/artigos2/wildsoneduardo.pdf>. Acesso em: 23/09/2015.

Scheid, N. M. J; Delizoicov, D. & Ferrari, N. (2003): "A proposição do modelo de DNA: um exemplo de como a História da Ciência pode contribuir para o ensino de genética". In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 4, 2003, p. 1-11. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL021.pdf>. Acesso em: 06/06/2014.

Silveira, R. V. M. & Amabis, J. M. (2003): "Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético". In: *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2003. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL052.pdf>. Acesso em: 23/09/2015.

Vanzela, E.C.; Balbo, S.L. & Justina, L. A. D. (2007) "A integração dos sistemas fisiológicos e sua compreensão por alunos do nível médio". In: *Arq Mudi.*, Disponível em: <http://eduem.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/viewFile/20003/10829>. Acesso em: 27/10/2014.

Tavares, M. C; Leão, A. M. A. C; Jófili, Z. M. S; Bastos, H. F. B. N. & Carneiro-da-Cunha, M. G. (2004): "Uma investigação sobre as concepções dos licenciandos em biologia a cerca das relações entre DNA e transgênicos". In: *IV encontro de pesquisa em educação em ciências*, 2004. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL180.pdf>. Acesso em: 22/09/2015.

Watson, J. & Crick, F. (1953). A structure for desoxyribose nucleic acid. *Nature*.171 (4356), 737-738.