

**UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU**

LUCIANO ROGÉRIO DESTRO GIACÓIA

**CONHECIMENTO BÁSICO DE GENÉTICA:
CONCLUINTES DO ENSINO MÉDIO E
GRADUANDOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Bauru
2006

LUCIANO ROGÉRIO DESTRO GIACÓIA

**CONHECIMENTO BÁSICO DE GENÉTICA:
CONCLUINTES DO ENSINO E GRADUANDOS DE
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

Orientador: Prof.^o Dr.^o Jehud Bortolozzi

Co-Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Maria de Andrade Caldeira

Bauru
2006

LUCIANO ROGÉRIO DESTRO GIACÓIA

**CONHECIMENTO BÁSICO DE GENÉTICA:
CONCLUINTE DO ENSINO MÉDIO X GRADUANDOS
DE BIOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

Banca Examinadora:

Presidente: Prof.^o Dr.^o Jehud Bortolozzi
Instituição: Unesp/Bauru

Titular: Prof.^a Dr.^a Ana Maria Lombardi Daibem
Instituição: Unesp/Bauru

Titular: Prof.^a Dr.^a Maricê Heubel
Instituição: USC/Bauru

Bauru
2006

Aos meus pais, Vicente e Janete, pela compreensão, pelas palavras de incentivo, pelos momentos de angústia vividos juntos e por nunca terem duvidado da minha capacidade.

A Glauce, agora minha esposa, pelos momentos roubados, os quais ela soube respeitar e incentivar, sendo um dos motivos de eu ter chegado ao fim de mais esta etapa.

Aos meus irmãos Leandro (in memoriam), quanta falta você nos faz, Luciana, Lucilene e Juninho, sei que foram muitos os desentendimentos nesse período, mas nunca duvidaram de mim. "Valeu a pena..."

Dedico...

*“Para tudo há um tempo, para cada coisa
há um momento debaixo dos céus:
tempo para nascer, e tempo para morrer;
tempo para plantar, e tempo para arrancar
o que foi plantado;...
tempo para chorar, e tempo para rir;
tempo para gemer, e tempo para dançar;...”
(Ecle 3, 1-4)
Tempo para pedir, e tempo para agradecer...*

*Agradeço imensamente a Deus, pois sem Ele e os vários anjos que colocou
no meu caminho, nada disso teria sido possível.*

Agradecimentos

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência, sem os quais não teria conseguido iniciar o alicerce da base teórica que construí até aqui.

A agência de fomento CAPES, e à Secretaria de Estado da Educação, através do programa bolsa mestrado, pelo apoio financeiro, na primeira e segunda metade do curso, respectivamente.

A todos os funcionários do programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, em especial à Ana Grijo, por estar sempre disposta a ajudar.

Aos alunos participantes da pesquisa e em especial à Escola que permitiu que os questionários fossem aplicados.

As professoras Doutoras, Ana Daibem e Maricé Heubel, por terem aceitado fazer parte da banca da minha qualificação e pelas suas valiosas sugestões para o término do trabalho.

Ao meu sogro Nelson, minha sogra Sonia e minhas cunhadas Giovana e Milena, minha segunda família, pelas palavras de incentivo e pelos momentos de angústia que compartilhamos.

A todos os amigos que fiz durante o curso, em especial, David, Francislene e Priscila, sempre preocupados e prontos para ajudar quando eu mais precisei.

Aos grupos de jovens, São Francisco de Assis e Obra Nova, que sempre compreenderam a minha ausência e sei que estiveram sempre torcendo e orando para que mais esta etapa de minha vida fosse concretizada. Vocês foram mais que amigos, foram anjos. "Amigos, pra sempre, bons amigos que nasceram pela fé..."

Aos amigos das Escolas Coronel e Marcílio em Capela do Alto / SP, em especial à Verônica, que compartilhou minhas angústias por um bom tempo, mas que nunca deixou de acreditar em mim.

Aos amigos do Laboratório São Manuel, os quais estiveram sempre torcendo por mim, e me aconselhando para que eu trilhasse o melhor caminho.

A todos os meus amigos e familiares, pela torcida e compreensão!

Agradecimento Especial

Ao Prof. Dr. Jehud Bortolozzi (orientador) e à Prof.^a Dr.^a Ana Maria de Andrade Caldeira (co-orientadora).

Um pouco de Shakespeare

Eu aprendi que a melhor sala de aula do mundo está aos pés de uma pessoa mais velha.

Eu aprendi que ter uma criança adormecida nos braços é um dos momentos mais pacíficos do mundo.

Eu aprendi que ser gentil é mais importante que estar certo.

Eu aprendi que algumas vezes tudo o que precisamos é de uma mão para segurar e um coração para nos entender.

Eu aprendi que os passeios simples com meu pai em volta do quarteirão nas noites de verão quando eu era criança, fizeram maravilhas para mim quando me tornei adulto.

Eu aprendi que deveríamos ser gratos a Deus por não nos dar tudo que lhe pedimos.

E eu após esses dois anos, realmente agradeço a Deus por não ter me dado tudo o que pedi, mas sim tudo o que precisei, pois "se vi mais longe, foi por ter me colocado nos ombros de gigantes".

Como uma Onda

*Nada do que foi será
De novo do jeito que já foi um dia
Tudo passa
Tudo sempre passará
A vida vem em ondas
Como um mar
Num indo e vindo infinito
Tudo que se vê não é
Iguais ao que a gente viu em um segundo
Tudo muda o tempo todo no mundo
Não adianta fugir
Nem mentir pra si mesmo agora
Há tanta vida lá fora
Aqui dentro, sempre
Como uma onda no mar!...*

(Nelson Motta)

GIACÓIA, L. R. D., **Conhecimento Básico de Genética**: Concluintes do Ensino Médio e Graduandos de Ciências Biológicas. 2006. 88f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2006.

RESUMO

A Genética é uma ciência em constante evolução e vem sendo alvo de interesse pela mídia. Com os avanços evidenciados na genética no nosso dia a dia, o sistema educacional brasileiro tem necessidade de adequar-se à realidade, aproximando a escola dos novos conceitos. Assim, tendo em vista a importância da genética para a alfabetização científica dos alunos, o objetivo do presente trabalho foi, através de uma pesquisa qualitativa, com o auxílio de questionários, verificar qual o conhecimento mínimo de genética básica dos concluintes do Ensino Médio, e também dos graduandos de Ciências Biológicas dos anos de 2004 e 2005 que ainda não haviam cursado a disciplina de genética. De acordo com o exposto no presente trabalho, fica evidente e indiscutível, a importância da melhoria das técnicas de ensino da genética. Os alunos do Ensino Médio demonstraram certa dificuldade para trabalhar questões que exigem estruturação das respostas, os mesmos procuraram respondê-las da maneira mais simples possível e com o mínimo de palavras, prejudicando muitas vezes o entendimento de seus textos. Os conteúdos abordados mostraram-se em alguns casos, desconhecidos pela maioria – devido à quantidade de alunos que deixaram de responder a algumas questões básicas, tais como Leis de Mendel, mitose e meiose, herança e sexo, teoria cromossômica e herança biológica. Com relação aos graduandos de Ciências Biológicas, a aprendizagem de genética encontra-se também, longe de ser satisfatória, visto que os mesmos já passaram pelo vestibular, que é considerado um processo de seleção conteudista,

esperando-se, portanto, uma melhor compreensão sobre a genética básica. As diferenças encontradas entre os três grupos analisados (concluintes do Ensino Médio e graduandos de Ciências Biológicas dos anos de 2004 e 2005) não são significativas e devem-se apenas ao motivo dos graduandos de Ciências Biológicas, aqui analisados, já terem passado pela disciplina de Biologia Celular e Embriologia, tendo assim um conhecimento mais apurado sobre: genes, divisão celular e teoria cromossômica, e mesmo assim não os destacam nesses conteúdos, pois após já terem estudado-os na graduação, o conhecimento dos mesmos não são satisfatórios, nos preocupa, pois esses serão futuros professores do Ensino Fundamental e Médio. O presente trabalho levanta a necessidade de continuação da pesquisa, mais precisamente com relação à formação dos professores e principalmente quanto as estratégias de ensino utilizadas pelos mesmos, tendo como intuito propor melhoras para o processo de ensino-aprendizagem, não só na área da genética, como da biologia em geral.

Palavras-chave: Ensino de genética; ensino de ciências; pesquisa qualitativa.

GIACÓIA, L.R.D., **Basic Knowledge in Genetics: senior high school students and undergraduate students of Biological Science, 2006.** (Dissertation in Education for Science). Faculdade de Ciências. UNESP, Bauru, 2006.

ABSTRACT

Genetics is a science in continuing evolution and it has been object of interest of the media. The Brazilian Educational System needs to adjust itself to reality, linking school to the new concepts, because the advances evidenced by genetics nowadays. Hence, because the importance of genetics to the scientific knowledge of students, the purpose of this study was, by means of a qualitative research and the use of questionnaires, to verify what is the minimal knowledge about genetics presented by senior high school students and undergraduate students of Biological Science during academic years of 2004 e 2005, which ones had not attended a course in genetics yet. According to the results shown here, it is evident and unquestionable the importance of improvements in teaching techniques on genetics. Senior high school students showed some difficulties in solving questions that required structured answers. They tried answering questions as a simple way as possible, using few words, many times, damaging the comprehension of their texts. The contents approached were unknown by most of the students – whereas a huge amount of them not answered basic questions, like those related to Mendel's Laws, mitosis, meiosis, heredity, gender, chromosomal theory and biological heredity. In regard to undergraduate students, the learning about genetics is also far from to be satisfying, considering that they have already taken a college entrance exam, which one is considered as a selection process worried about content, so these students are expected to have a better comprehension about basic genetics. The differences seen among the three groups analyzed (senior high school students, undergraduate students of Biological Science during the academic years of 2004 e 2005) are not significant and refer to the fact that the undergraduate students analyzed have already attended subjects like Cellular Biology and Embryology, so they are expected to have a refined knowledge about genes, cellular division and chromosomal theory. However, the students have not shown good knowledge about these contents. Consequently, these pieces of information make us worried, whereas these students are going to be teachers in junior high school and high school, in the future. The

present study shows the need for more researches about the graduation courses for teachers, besides more researches about teaching strategies used by these professionals, with the purpose of bringing improvements on teaching-learning process, not only in genetics, but also in biology altogether.

Key words: genetics teaching, science teaching, qualitative research.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	O ENSINO DE GENÉTICA E SUAS IMPLICAÇÕES	19
3	METODOLOGIA	35
	3.1 O uso do questionário na pesquisa qualitativa	38
	3.2 Os envolvidos na pesquisa e a coleta de dados	39
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
	4.1 Dados referentes aos concluintes do Ensino Médio	41
	4.2 Dados referentes aos graduandos do curso de Ciências Biológicas do ano de 2004	50
	4.3 Dados referentes aos graduandos do curso de Ciências Biológicas do ano de 2005	59
	4.4 Tabelas comparativas	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
	REFERÊNCIAS	81
	ANEXOS	88

*“No novo tempo
Apesar dos castigos
Estamos crescidos
Estamos atentos
Estamos mais vivos
Pra nós socorrer.”
(Juan Luis e Vítor Martins)*

1 INTRODUÇÃO

A genética é uma ciência em constante evolução e vem sendo alvo de interesse pela mídia, gerando expectativas na população em geral. Para muitos o conhecimento sobre o assunto provém do ensino básico, dos diversos meios de comunicação, do convívio social e de suas inter-relações, tendo um papel primordial a educação básica, visto que é através dela que começam a se solidificar os primeiros conceitos relacionados à área. Este fato se torna um problema quando o conteúdo de genética é ministrado de forma compartimentalizada, não se pode dizer que elimine o interesse pelo assunto, mas torna o seu entendimento muito mais difícil e muitas vezes distorcido.

De acordo com Justina (2001), quando o conhecimento científico é abordado de uma forma não fragmentada, desmistificada e histórica, pode ser grande a sua contribuição para uma efetiva compreensão pelos estudantes do Ensino Médio, dos limites e aplicações dos avanços científicos.

Segundo Inocêncio (2001), com os avanços atuais evidenciados na genética, o sistema educacional brasileiro tem necessidade de adequar-se à realidade, aproximando a escola dos novos conceitos.

Os resultados dos trabalhos realizados em ensino de genética têm mostrado a necessidade de investigar com maior profundidade sobre o ensino da biologia em geral e da genética em particular (BUGALLO RODRÍGUEZ, 1995). Segundo o mesmo autor, na década de setenta são raros os estudos que abordam as crenças dos estudantes sobre temas de genética.

Os debates realizados nas décadas de 1970 e 1980 deram lugar a importantes avanços e significaram uma ruptura com as interpretações simplistas que vigoravam até então acerca do processo de ensino e aprendizagem em ciências (ensino como transmissão de informações; aprendizagem como absorção passiva

de informações que eram, em seguida, gravadas na mente do aprendiz, entendida como *tabula rasa*).

Segundo Bugallo Rodríguez (1995), no começo dos anos oitenta surgiram trabalhos de grande interesse para a didática da genética, trabalhos relacionados aos conteúdos de biologia mais difíceis de aprender, conteúdos mais importantes e difíceis para os professores de ciências do secundário¹ tendo destaque três campos da genética: mitose e meiose, genética mendeliana e teoria cromossômica.

Entre as décadas de 80 e 90, os maiores esforços de investigação em didática da genética, centrou-se precisamente na relação entre o conhecimento conceitual e as estratégias de resolução de problemas (BUGALLO RODRÍGUEZ, 1995).

O ensino de Ciências tem sofrido modificações nas últimas décadas devido às transformações políticas, sociais e econômicas (TRIVELATO, 1987).

Krasilchick (1987), ao abordar o ensino de ciências em décadas (1950 – 1985), cita que no primeiro decênio o objetivo principal voltava-se para a informação, visto que nos seguintes valorizava-se a formação do estudante. O que difere entre as décadas de 60-70, 70-80, e o quinquênio 1980-1985, tem mais a ver com aspectos diversos do objetivo básico de formar cidadãos e representa uma mudança de rumo no enfoque dado ao ensino de Ciências.

Essa mudança de rumo no enfoque dado ao ensino de Ciências tem realmente ocorrido, onde a concepção de ciência passou a ser abordada mais como produto da atividade humana, estando sujeita à modificações e limitações. Ao mesmo tempo, alguns professores insistem em abordar o ensino de ciência como

¹ De acordo com a LDB 9394/96 o ensino secundário no Brasil passou a ser denominado Ensino Médio.

uma disciplina estática, onde muitas vezes tem-se a impressão de que o conteúdo que está sendo passado não possui uma construção histórica.

De acordo com Trivelato:

(...) será necessário que a Biologia seja vista por professores e alunos, não como um conjunto de descrições, informações e conceitos de aplicação remota, mas sim, como a análise de casos concretos que se ampliam, depois, em generalizações. Será preciso também que os alunos reconheçam que a pesquisa científica tem como objetivo precípua procurar maneiras de melhorar a qualidade de vida. Como cidadãos, os alunos devem preparar-se para consumir os produtos da ciência, discutir suas implicações e influenciar seus caminhos (TRIVELATO, 1987, p.173).

Segundo Campanario e Moya (1999), várias são as dificuldades identificadas que se relacionam ao processo de aprendizagem das ciências que poderíamos denominar de “clássicas”, entre elas estariam a estrutura lógica dos conteúdos conceituais, o nível de exigência formal dos mesmos e a influência dos conhecimentos prévios e concepções dos alunos. Nos últimos anos se presta cada vez mais atenção a fatores como as *concepções epistemológicas* dos alunos, suas estratégias de *raciocínio* ou a *metacognição*.

A estratégia de ensino que nos parece mais coerente com a orientação construtivista e com as características do pensamento científico é aquela que entende a aprendizagem como tratamento de situações problemáticas abertas que os alunos possam considerar de interesse (GIL PERÉZ, 1999).

De acordo com Campanario e Moya (1999), no ensino das ciências baseado no uso de problemas não se espera que os alunos descubram por si mesmos os conhecimentos científicos, mas sim que a seleção e sucessão de problemas os oriente de tal maneira que aprendam, a partir de fontes diversas, os conteúdos que se estimam relevantes em uma dada disciplina.

“Talvez um dos maiores desafios da Educação no século XXI seja a formação de cidadãos críticos, e não restam dúvidas de que o Ensino de Ciências cumpre um papel importantíssimo nessa empreitada” (SILVEIRA, OLIVEIRA, 2001).

Segundo Bastos (2002), a aprendizagem com compreensão não requer necessariamente mudança conceitual ou construção de conhecimentos que sejam aceitos pelo indivíduo como verdadeiros. Nesse sentido, a simples compreensão de idéias torna-se um resultado válido do processo de ensino e aprendizagem.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio no que se refere ao conteúdo de genética cita o seguinte:

A descrição do material genético em sua estrutura e composição, a explicação do processo da síntese protéica, a relação entre o conjunto protéico sintetizado e as características do ser vivo e a identificação e descrição dos processos de reprodução celular são conceitos e habilidades fundamentais à compreensão do modo como a hereditariedade acontece. Cabe também, nesse contexto, trabalhar com o aluno no sentido de ele perceber que a estrutura de dupla hélice do DNA é um modelo construído a partir dos conhecimentos sobre sua composição. É preciso que o aluno relacione os conceitos e processos acima expressos, nos estudos sobre as leis da herança mendeliana e algumas de suas derivações, como alelos múltiplos, herança quantitativa e herança ligada ao sexo, recombinação gênica e ligação fatorial. São necessárias noções de probabilidade, análise combinatória e bioquímica para dar significado às leis da hereditariedade, o que demanda o estabelecimento de relações de conceitos aprendidos em outras disciplinas. De posse desses conhecimentos, é possível ao aluno relacioná-los às tecnologias de clonagem, engenharia genética e outras ligadas à manipulação do DNA, proceder a análise desses fazeres humanos identificando aspectos éticos, morais, políticos e econômicos envolvidos na produção científica e tecnológica, bem como na sua utilização; o aluno se transporta de um cenário meramente científico para um contexto em que estão envolvidos vários aspectos da vida humana. É um momento bastante propício ao trabalho com a superação de posturas que, por omitir a real complexidade das questões, induz a julgamentos simplistas e, não raro, preconceituosos (PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS – PCN – ENSINO MÉDIO, v. 3 1999 p. 42).

Diante das questões acima apresentadas e frente à minha experiência como docente do Ensino Médio, minha passagem pela universidade como

graduando e monitor da disciplina de genética e a literatura já existente na área, foi levantada a seguinte questão (problema de pesquisa):

- Os alunos concluintes do Ensino Médio e aqueles que já ingressaram na universidade possuem um conhecimento básico de genética?

Em decorrência definiu-se os seguintes objetivos para esta pesquisa:

- Analisar o conhecimento de genética básica de alunos concluintes do Ensino Médio e graduandos do curso de licenciatura plena em Ciências Biológicas que ainda não cursaram a disciplina de genética, para promover a valorização do ensino e a aprendizagem, tendo em vista a alfabetização científica.
- Verificar se há diferenças significativas entre os conteúdos assimilados pelos grupos participantes da pesquisa, considerando que ambos os grupos já cursaram no Ensino Médio disciplina responsável pelo conteúdo de genética e que um deles já passou pelo vestibular, tendo em vista se o fato de terem passado pelo vestibular significa que se consolidou os conhecimentos almejados pelo ensino básico.

*“A busca da sabedoria é a mais perfeita, sublime,
proveitosa e deliciosa das buscas.”
(São Tomás de Aquino)*

2 O ENSINO DE GENÉTICA E SUAS IMPLICAÇÕES

Na busca de trabalhos sobre ensino de genética que apresentassem relevância para o estudo proposto, notou-se tratar de um assunto ainda escasso no campo da pesquisa. A maioria dos conteúdos sobre esta temática descritos neste trabalho não provém de estudos feitos no Brasil e aqueles que tratam da nossa realidade mostram ser esse um assunto merecedor de destaque.

Segundo Bugallo Rodríguez (1995), na década de setenta os estudos que abordam as crenças dos estudantes sobre temas de genética são raros. O mesmo autor mostra em seu trabalho que no começo dos anos oitenta foram elaborados dois estudos de grande interesse para a didática da genética, um que visava mostrar quais os conteúdos de biologia mais difíceis de aprender e outro analisava quais eram os conteúdos considerados mais importantes e difíceis pelos professores de ciências do ensino secundário². Os estudos existentes apontam a genética como o conteúdo que aparecia nos primeiros lugares de importância e dificuldade, citando ainda: mitose-meiose, genética mendeliana e teoria cromossômica.

Segundo Smith (1988), a genética é reconhecida por professores e alunos como um dos tópicos mais difíceis da biologia. A ênfase na resolução de problemas tem geralmente sido assumida como sendo possivelmente a maior porção dessa dificuldade (SMITH, 1988; AYUSO; BANET; ABELLÁN, 1996).

A complexidade do estudo da genética no ensino secundário³, deriva em boa parte, da natureza de seus conceitos, que se apresentam claramente incrementados pela necessidade de serem aplicados a estratégias de aprendizagem complexas em si mesmas, como a resolução de problemas (BANET; AYUSO, 1995).

Pavan (2001), analisando cursos de formação continuada, mais especificamente o Pró-Ciências, cita:

² Ibidem citação anterior.

³ Ibidem citação anterior.

O cenário que encontramos nos Cursos de Atualização em Genética num universo de quase mil professores de Biologia e Ciências (na área mais desenvolvida do Brasil) é impressionante. A grande maioria dos professores é incapaz de acompanhar os avanços da Biologia ou Ciência em geral mesmo ao nível de jornais, revistas ou televisão. Uma parte considerável nunca esteve num laboratório, não é capaz de construir ou mesmo interpretar um gráfico e em média pararam de estudar novos assuntos há mais de 10 anos. (PAVAN, 2001, p.1)

De acordo com o citado autor, os professores conseguem o mínimo de interesse por parte dos alunos, que na concepção de Dewey (1978) é indispensável para o processo de ensino-aprendizagem, quando é utilizado algum tipo de jogo dentro da sala de aula⁴.

Kato et al. (2003), mostra que a participação dos alunos na construção de jogos, realmente aumenta o interesse dos mesmos pelo processo de ensino aprendizagem, principalmente quando são delegadas responsabilidades para cada grupo para que o produto final possa ser alcançado. Os alunos são estimulados a estudar o conteúdo previamente para que possam não só ajudar na construção, mas também na participação dos jogos.

“O ensino da Genética é relevante por pelo menos dois motivos: a posição de destaque que ela ocupa em toda a área da Biologia e sua importância em vários aspectos humanos” (MARRERO; MAESTRELLI, 2001). Estratégias tradicionais para o ensino de genética contam com a explicação do professor, os livros textos, e atividades de resolução de problemas (BANET; AYUSO, 2000). Segundo alguns autores, diversos problemas de genética podem ser resolvidos corretamente utilizando algoritmos de memória (BANET; AYUSO, 2000; MARRERO; MAESTRELLI, 2001). Segundo Marrero e Maestrelli (2001), algumas respostas

⁴ Para um melhor entendimento sobre interesse na educação, consultar a obra “Vida e Educação” de John Dewey onde são reunidos dois ensaios pedagógicos: “A criança e o Programa Escolar” e “Interesse e Esforço”.

envolvem processos mecânicos de resolução e não requerem a compreensão dos conceitos, os mesmos destacam que esse fato já é bastante conhecido.

Os problemas de genética são tidos como um aspecto relevante nas dificuldades de aprendizagem da biologia, de forma que qualquer intenção de esclarecer os processos mentais que os estudantes desenvolvem na hora de resolver determinados problemas, e da causa que impedem seu êxito, pode resultar em grande ajuda para o professor que ministra esta disciplina, ao mesmo tempo em que pode contribuir para um melhor conhecimento do pensamento do aluno (SIGÜENZA; AGUSTÍN, 2000).

Wood-Robinson et al. (1998), no trabalho intitulado *Genética y Formación Científica: resultado de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza*, mostram evidências de que a base genética da vida é escassamente entendida pelos estudantes ingleses, e que a maioria crê que somente contém algum tipo de informação genética os animais e que tal informação não está presente em organismos como as árvores, as bactérias e os fungos. Uma parcela muito pequena dos estudantes possui alguma idéia de que as informações genéticas, presentes em todas as células somáticas de um organismo multicelular, é idêntica. O mesmo autor levanta a necessidade de se desenvolver materiais curriculares mais bem elaborados que permitam aos estudantes desenvolver uma melhor compreensão da genética básica e a capacidade de avaliar questões de forma útil.

São grandes os avanços na área da genética (TRIVELATO, MELO e MOTOKANE, 1996; INOCÊNCIO, et al., 2001; OMETTO-NASCIMENTO, et al., 2001; SCHEID, PANSERA-DE-ARAÚJO, 2002; ALVES, et al., 2003; XAVIER, 2005) e isso torna muito difícil para os professores do Ensino Médio manterem-se sempre

atualizados (RIBAS; SARNENTO; RODRIGUEZ, 2002). Muitas vezes, de acordo com Vidotto et al. (2002), o conteúdo ensinado na escola não acompanha esse avanço, o que pode dar origem a erros conceituais no aprendizado do aluno, além da desatualização. A atividade científica, produtora de novos dados e novos saberes, adquire *status* de conteúdo escolar por elaborar uma forma de conhecimento que permite substituir continuamente as representações que se tem do mundo. Sabemos que a ciência tem como objetivo a produção de conhecimento objetivo e a escola o de criar as formas mais adequadas de transmitir esse conhecimento válido. Segundo Licatti e Diniz (2005) propostas curriculares oficiais vêm sugerindo que no currículo de Biologia os conteúdos biológicos sejam abordados mais sob um enfoque ecológico-evolutivo, além considerar-se a abordagem histórica da vida.

No que se refere aos temas da “Nova Biologia” (Biotecnologia e Biologia Molecular), “os professores abordam sempre os temas de maior circulação na mídia sem que se respeitem aspectos históricos ou de complexidade” (XAVIER; MORAES, 2005). “Com a grande explosão das descobertas científicas tendo acontecido no último quarto de século e com metade da literatura científica tendo sido escrita nos últimos 12 anos, a necessidade de ser atual, de ser moderno, é inatingível” (AMABIS, 2001, p.8). Decidir a informação básica necessária para viver no mundo de hoje é uma obrigação para aqueles que acreditam que a educação é um poderoso instrumento para impedir e combater a exclusão e fornecer aos educandos, de qualquer idade, possibilidades para a superação dos obstáculos que tendem a mantê-los analfabetos em vários níveis (KRASILCHIK; MARANDINO, 2004).

“O processo de alfabetização em ciência é contínuo e transcende o período escolar, demandando aquisição permanente de novos conhecimentos” (KRASILCHIK; MARRANDINO, 2004, p.14).

Segundo Bonzanini e Bastos (2005), os alunos chegam à escola com pré-concepções sobre determinados assuntos e isso tem que ser levado em conta pelos professores, podendo ser utilizado como ponto de partida para a abordagem de genética básica de avanços científicos recentes, fornecendo desta maneira aos alunos uma visão da Ciência sobre determinados assuntos e os conhecimentos científicos aceitos na atualidade. “A genética sendo uma das áreas básicas das Ciências Biológicas é fundamental para o desenvolvimento de diversos conceitos relacionados a outros ramos da Biologia” (BONZANINI; BASTOS, 2005).

Ometto-Nascimento et al. (2001) constata que nos últimos anos os avanços apresentados na área da genética, já citados por vários autores, trouxeram grande volume de novas informações e que até a década de 80 alguns conhecimentos como, engenharia genética e biologia molecular eram limitados apenas ao meio acadêmico e que a partir dos anos 90, passaram a ser freqüentes nos meios de comunicação. Segundo Turcinelli et al. (2001), há evidências de uma crescente preocupação da mídia e da academia em abordar o conhecimento científico de maneira acessível e precisa, uma vez que os próprios pesquisadores apresentam-se como redatores.

Apesar do aumento do conhecimento científico, no que diz respeito aos conteúdos de genética presentes nos livros didáticos, os mesmos permanecem inalterados, sendo que o que aumentou foram os recursos visuais e inclusão de exercícios de vestibulares (OMETTO – NASCIMENTO, 2001). Segundo Moreno (2003), apesar dos livros-texto apresentarem um papel fundamental como base do

conhecimento, já não satisfazem totalmente as reais necessidades do ensino em genética, devido a sua natureza linear e pouco experimental. Borges (2004) verifica que nos livros didáticos de ciências e biologia os conteúdos estão dispostos de maneira linear e seqüencial e que esse tipo de organização vem favorecendo uma visão de ciência como algo contínuo e seqüencial, onde não há grandes debates. Esses conteúdos são apresentados como produto de determinados gênios, pronto e acabado. Isso dificulta a construção de conhecimentos por parte dos alunos e ressalta também a falta de síntese dos conceitos estudados, sendo percebido nos livros e na fala dos professores que eles estão inseridos dentro dos textos didáticos, mas não são totalmente evidenciados e discutidos para que os alunos os apreendam e posteriormente possam chegar a uma compreensão quando os assuntos relativos à genética forem publicados na mídia ou até mesmo quando uma doença genética estiver presente em sua família. “Os livros didáticos não acompanham as novas descobertas e tecnologias”. Realmente não é possível que o livro didático modifique-se com a mesma velocidade que as modificações ocorridas no meio acadêmico, mas a presença de conceitos e assuntos que já não são mais estudados, como tem sido constatado, “acaba por comprometer o entendimento geral do estudante” (BORGES, 2004, p.91).

Borges (2004) discutindo ainda sobre os livros didáticos cita:

Esse estudo linear e seqüencial não permite discussões com os alunos e a contextualização surge, geralmente, no final dos capítulos quando se começa a falar sobre genética humana. Até então o estudo é voltado para a genética animal e vegetal e os exemplos fornecidos nos livros didáticos reforçam essa idéia centrada na genética animal e vegetal (BORGES, 2004, p. 84).

Borges (2004) sugere que, para a introdução dos assuntos de genética, sejam utilizados textos atuais que discorram sobre descobertas científicas recentes no campo da genética dando preferência aos que tratam do assunto de genética humana, permitindo assim uma maior contextualização aos alunos.

Camargo e Amabis (2001), num de seus trabalhos sobre o ensino de biologia molecular em faculdades e escolas médias⁵ de São Paulo, levantam a falta de compreensão que existe pela maioria dos professores para interligar fatores genéticos mencionados por Mendel e os genes, dando a impressão de que são coisas distintas. O que parece ser bem compreendido é o conceito de cromossomo e sua localização. No que diz respeito à concepção de Ciência, existem diferenças entre os professores das duas categorias, principalmente com relação ao caráter mutável do conhecimento científico.

Segundo, Pichinini-Teixeira; Tostes e Gomes:

O estudo das bases da herança mendeliana é um assunto fundamental e imprescindível para a compreensão da abordagem molecular da genética, a qual envolve o isolamento do gene, o seqüenciamento e mapeamento do DNA como etapas iniciais, levando à questões mais complexas como melhoramento e engenharia genética entre outros (PICHININI-TEIXEIRA; TOSTES e GOMES, 2001).

Na figura n.º 01, é representado como ocorre a interação entre professores, alunos e como o livro didático intervém nessa relação (BORGES, 2004).

⁵ Ensino Médio – LDB 9394/96.

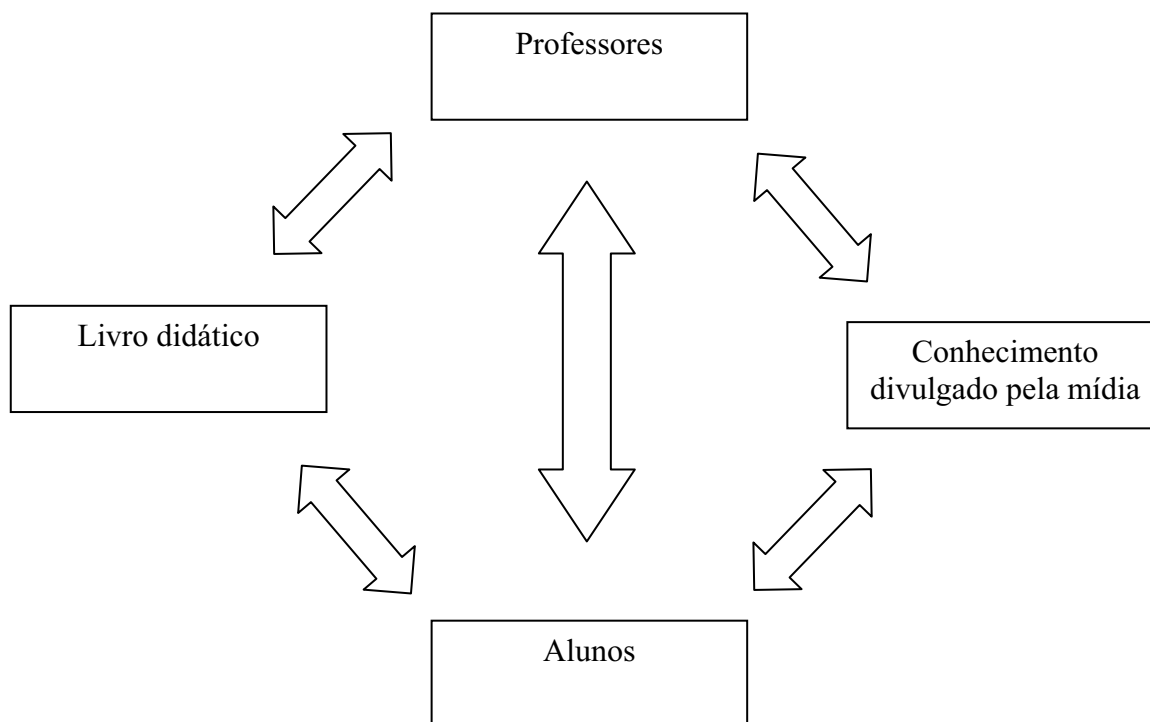


Figura 1 – Interação entre professores e alunos, mediados pelo livro didático e a mídia⁶. Fonte: modificado de Borges (2004, p. 87).

Nem todos os alunos do Ensino Médio têm acesso ao livro didático como os do Ensino Fundamental: os conhecimentos divulgados pela mídia estão sempre presentes nas discussões escolares e por isso foi acrescentado na figura acima (BORGES, 2004).

(...) o professor pode transitar pelos conhecimentos tanto do livro didático como aqueles fornecidos pela mídia. Os alunos também recebem influência direta do professor. Essa relação que deveria ser bem estabelecida, para o professor, acaba sendo fragilizada. O professor apóia-se em textos didáticos tentando fornecer a formulação dos conceitos por meio desses textos e acaba esquecendo das duas outras vertentes desse quadro. Uma que é o próprio aluno e outra que são as

⁶ A figura apresenta-se com algumas modificações feitas pelo pesquisador.

informações que esse aluno e a mídia trazem consigo que influencia diretamente no processo de aprendizagem.

Observando a fala dos professores percebemos que as relações que deveriam ocorrer entre o livro didático, as informações que os alunos trazem e as divulgações na mídia não acontecem (BORGES, 2004, p. 87).

Na figura original (anexo 1), as setas possuem apenas uma direção, o que nos dá a impressão de ausência de troca entre as diversas fontes. Por mais que o professor se apegue ao livro didático, a influência sofrida pelos alunos e as diversas mídias é indiscutível. A respeito dos livros didáticos, é preocupante saber que muitas vezes os alunos não possuem um contato direto com a obra, ficando apenas o que é passado pelos professores na forma de resumo no quadro (lousa) ou texto parcialmente “ditado”.

Foi notado por Borges (2004) uma dificuldade entre os professores para exemplificar como discutem os conceitos de hereditário e genético, mesma dificuldade encontrada nos livros didáticos que não trazem com clareza a distinção entre esses dois conceitos, não havendo portanto explicações dessas discussões em sala de aula, por parte dos professores. Esses fatos remetem-nos a considerar que o aluno realmente começa a colocar em dúvida o que aprende na escola e o que aprende no seu dia a dia acabando por conceber que a idéia fornecida no seu cotidiano é mais coerente que a fornecida na escola, sendo que o relato de pessoas de seu convívio social passa a lhes fazer mais sentido, coisa que nem sempre consegue verificar com os fenômenos relatados na escola.

Santos (2005), em seu livro “Para Geneticistas e Educadores: o conhecimento cotidiano sobre herança biológica”, realiza um estudo com famílias que convivem com doenças hereditárias há várias gerações, onde a maior parte de

seus entrevistados foram adultos com mais de 60 anos de idade, iletrados ou que não completaram a quarta série do Ensino Fundamental. Durante sua infância, os entrevistados viviam em áreas rurais onde não havia televisão ou escolas. As explicações coletadas entre os entrevistados provavelmente devem ter se originado no seio de suas famílias. Foi verificado que os modelos e idéias das famílias baseiam-se em evidências, o que não é passível de mudança apenas com o uso de estratégias discursivas de convencimento, como é preconizado por Posner et al. (1982) no que diz respeito ao modelo de mudança conceitual.

Cabe aqui uma reflexão sobre a mudança conceitual de Posner et al.⁷ e a formação do perfil conceitual de Mortimer⁸. As famílias estudadas por Santos, após serem submetidas às mais variadas estratégias de ensino, conseguiriam mudar o seu modo de explicar a herança biológica das doenças ou permaneceriam vestígios de suas explicações já consolidadas ao longo de suas vidas formando assim um perfil conceitual?

Contiello (2003), faz um estudo sobre o conceito de herança biológica de estudantes do Ensino Médio à partir das provas de vestibulares da FUVEST e constata que questões referentes à herança apresentaram-se com os menores índices efetivos de acerto com relação às demais questões. Isso levou-a a desenvolver etapas metodológicas que permitissem análises detalhadas dos conteúdos específicos presentes nas questões e relacioná-los com os desempenhos dos estudantes. Analisando conteúdo/desempenho notaram-se os mesmos resultados já presentes na literatura desde 1985, sendo assim, em relação aos

⁷ Proposto, inicialmente, para explicar ou descrever "as dimensões substantivas do processo pelo qual os conceitos centrais e organizadores das pessoas mudam de um conjunto de conceitos a outro, incompatível com o primeiro (POSNER et al., 1982).

⁸ A noção de perfil conceitual (Mortimer, 1995) estabelece que um único conceito pode estar disperso entre vários tipos de pensamento filosófico e apresentar características ontológicas também diversas, de forma que qualquer pessoa pode possuir mais de uma forma de compreensão da realidade, que poderá ser usada em contextos apropriados.

conteúdos de genética, tais como meiose e sua relação com a transmissão de características (gametogênese), a localização genética, os processos celulares e a informação hereditária, dentre outros, foram encontradas as mesmas dificuldades.

Segundo Banet e Ayuso (2000), o estudo dos conceitos científicos básicos relacionados à localização e transmissão da herança biológica em organismos vivos, geralmente se inicia no ensino secundário⁹. De acordo com os mesmos autores (1995), assim como em outras áreas da biologia, muitos trabalhos de investigação têm mostrado que, mesmo depois do ensino, as aprendizagens dos estudantes sobre a herança biológica são menos significativas do que se poderia esperar.

Segundo Solha e Silva (2001), o conceito de gene poderia ser dividido em duas visões: uma informada a partir de uma lógica formal e outra a partir de uma lógica dialética. Na visão formal, o conceito de gene é aquele bem definido, atendendo ao princípio da não contradição onde se encaixariam aquelas visões do tipo: “um gene – um caráter; um gene – uma seqüência de DNA”, mas algumas vezes uma seqüência “é” um gene, outras vezes “não é” e para dar conta disso seria necessário uma definição mais ampla ou aberta, é aí que parece ser indicado lançar mão de uma lógica dialética, que assume a contradição e a totalidade como necessárias para entender o mundo. A lógica dialética consideraria o “gene” mais do ponto de vista de um “processo molecular de desenvolvimento” do que de uma entidade.

Entre os alunos universitários participantes da pesquisa de Solha e Silva (2001), o conceito de gene predominante é o de uma visão molecular. Levando-se em conta as visões dos universitários em relação ao gene, não são notadas

⁹ Ensino Médio – LDB 9394/96.

diferenças marcantes, apenas visões mais técnicas e com um vocabulário mais adequado, por parte dos alunos do bacharelado.

Ter conhecimento das relações existentes entre células, cromossomos e informação hereditária, é uma condição importante para encarar com certas garantias de êxito o estudo da genética (BANET; AYUSO, 1995).

Segundo Justina (2001), a genética na atualidade, tornou-se um ramo especializado da biologia, tanto é uma ciência fundamental quanto aplicada. “Como ciência é o ramo que estuda as leis de armazenamento, transmissão e efetivação de informações para o desenvolvimento, funcionamento e reprodução dos organismos vivos” (JUSTINA, 2001, p.13). De acordo com a mesma autora, a genética, além de ser a área integradora da biologia, apresenta-se como o ramo que mais tem apresentado mudanças nos últimos tempos, tanto no que diz respeito a seus aspectos tecnológicos como nos conceituais.

Justina (2001) levanta a problemática de se interpretar uma teoria científica de maneira distorcida, citando como exemplo a teoria eugênica de Galton, que tinha como foco a “melhoria da espécie humana”, teoria essa que foi utilizada para justificar o racismo, tendo conseqüências desastrosas.

Com relação à genética no Ensino Médio, Justina (2001), aponta alguns resultados de pesquisas realizadas no Brasil e no exterior que mostram uma baixa compreensão dos conceitos básicos de genética, por aqueles que já os estudaram, tais como: o que é gene e qual a sua localização física. “Diante disto, é difícil conceber como estes alunos compreenderiam de fato as novas abordagens em genética, quando não se apropriaram dos conceitos básicos desta ciência.”

Krasilchik (2001), em seu artigo “Ensino de Genética – passado, presente e futuro”, parte dos anais do 18º Encontro sobre temas de Genética e Melhoramento, cita:

Hoje o conceito de alfabetização biológica admite um processo contínuo em que cada indivíduo vai ocupando posições diferentes dependendo da sua compreensão do conceito em análise. A literatura considera quatro estágios de alfabetização: nominal em que são identificados os termos mas a sua conceituação é ingênua ou desconhecida; funcional em que os termos são conhecidos e definidos memoristicamente sem compreensão real do seu significado; estrutural – em que são compreendidos os conceitos e princípios unificadores da biologia e finalmente multidimensional em que os aspectos biológicos são analisados sob o prisma de seu desenvolvimento histórico e influenciados por aspectos científicos, tecnológicos e sociais entre outros (KRASILCHIK, 2001, p. 37).

Problemas decorrentes do desenvolvimento da genética não podem deixar de compor o atual currículo de Biologia, visto que podem ser formadas lacunas graves na formação dos alunos, pois são organizadores conceituais com vínculos estreitos com as relações ciência e tecnologia e as perspectivas pessoais e sociais da ciência (KRASILCHIK, 2001).

Segundo Smith e Sims Jr. (1992), trabalhando o desenvolvimento cognitivo, resolução de problemas de genética e ensino de genética, constataram que os esquemas de combinações, operacional-formal, proporções, e probabilidade não são estritamente requeridos para a solução da maioria dos problemas genéticos clássicos típicos e que alguns, mas não todos os conceitos genéticos têm poucos atributos e exemplos perceptíveis, tornando-se portanto mais difíceis de concretizar o entendimento operacional dos estudantes.

Resultados sugerem que alguns estudantes não conhecem a estrutura celular de alguns organismos vivos (como plantas), as quais são importantes para o entendimento da genética (BANET; AYUSO, 2000). Segundo os mesmos autores, é importante que os alunos já conheçam antes de aprender genética: (1) a estrutura celular de organismos vivos; (2) organismos vivos e reprodução sexual; (3) herança biológica nas pessoas; e (4) cromossomos, genes, e alelos.

De acordo com Banet e Ayuso (1995), deve-se ter presente algumas considerações, tanto de um ponto de vista curricular, como de uma perspectiva didática para a introdução dos conteúdos de genética:

- Antes de se aprofundar sobre o estudo da herança biológica e seus mecanismos de transmissão, os alunos devem conhecer as relações entre a informação hereditária, a estrutura e funções celulares, o que supõe compreender, entre outros aspectos, que todos os seres vivos são formados por células, e que estas contêm – para um mesmo organismo – idêntica informação hereditária.
- Estabelecer as relações oportunas entre mitose e transmissão de informação hereditária idêntica de célula a célula (processo que se inicia a partir do zigoto), assim como entre este processo e fenômenos observáveis pelos estudantes, como crescimento do corpo ou reparação de tecidos, sem dar tanta importância a suas fases e desenvolvimento (os detalhes dificultam compreender o significado do processo), que muitas vezes se aprende de memória.
- Devemos levar em conta que alguns termos utilizados em sala de aula (informação hereditária, cromossomo...) podem ser

interpretados pelos alunos com um significado diferente do atribuído pelos professores, podendo levar a noções equivocadas.

- As Leis de Mendel devem ser abordadas quando os alunos já apresentarem a capacidade para interpretá-las adequadamente.
- Com relação à meiose, deveria abrir mão de sua complexidade, dando enfoque no processo de origem de gametas haplóides.
- O estudo da herança dos caracteres humanos deve ocupar lugar de destaque no ensino da genética.

Estas considerações marcam, com clareza, a necessidade de introduzir mudanças significativas nos programas, nos conteúdos e também nos planejamentos habituais de ensino da genética (BANET; AYUSO, 1995).

Os estudos descritos neste capítulo mostram claramente a necessidade de se aprofundar no campo sobre o ensino da genética, apesar de muitos deles não dizerem respeito à nossa realidade, foram de suma importância para a análise dos dados e fechamento dos objetivos propostos no presente trabalho.

*“Quando vou por um caminho,
É por dois caminhos que vou.
Um é por onde me encaminho,
O outro a verdade onde estou.”*
(Fernando Pessoa)

3 METODOLOGIA

De acordo com os objetivos propostos optei pela utilização da pesquisa qualitativa, método que se desenvolveu a partir do final do século XIX e começo do século XX. Sabe-se que esse tipo de metodologia pode nos levar à apreensão do caráter complexo e multidimensional dos fenômenos em sua manifestação natural.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa possui cinco características:

- 1) Na investigação qualitativa o ambiente natural é a fonte direta de dados, sendo o investigador o principal instrumento, introduzindo-se e despendendo grande quantidade de tempo no ambiente que se vai estudar;
- 2) A investigação qualitativa é descritiva. Os dados recolhidos não são meramente números, são palavras ou imagens que são analisados profundamente, considerando toda a sua riqueza, levando em conta, tanto quanto possível, a forma como estes foram registrados ou transcritos;
- 3) Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos. As técnicas quantitativas conseguiram demonstrar, recorrendo a pré e pós testes, que as mudanças se verificam. As estratégias qualitativas patentearam o modo como as expectativas se traduzem nas atividades, procedimentos e interações diárias;

- 4) Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva. Não se procura com a recolha de dados ou provas confirmar ou infirmar hipóteses construídas previamente, pois as abstrações são construídas à medida que os dados particulares que foram recolhidos se vão agrupando;
- 5) O significado é de importância vital na abordagem qualitativa. Os investigadores que fazem uso deste tipo de abordagem estão interessados no modo como diferentes pessoas dão sentido às suas vidas. Em todo o processo de investigação qualitativa é trilhado um caminho através de uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos, visto que estes não são abordados por aqueles de uma forma neutra.

A pesquisa qualitativa envolve propostas muito mais flexíveis em comparação com a pesquisa quantitativa, ao mesmo tempo em que oferece flexibilidade ao pesquisador.

Alguns investigadores qualitativos “estão mais interessados em estabelecer afirmações universais sobre processos sociais gerais do que considerações relativas aos pontos comuns de contextos semelhantes com turmas”; citam ainda que o papel do investigador qualitativo é documentar cuidadosamente um determinado contexto ou grupo de sujeitos e que é tarefa dos outros aperceber o modo como isto se articula com o quadro geral (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 66).

Segundo Zanten (2004), temos:

No que toca à generalização, há uma dupla tentação nas investigações qualitativas. Há uma tentação que é a de não generalizar, cada caso é único, cada caso é específico. A produção de tipologias descritivas vão neste sentido. Cada estudo produz uma teoria local. Penso que é demasiado vicioso, atualmente, desenvolver uma teoria global dos sistemas educativos, mas podemos desenvolver uma teoria de médio alcance (ZANTEN, 2004, p. 38).

O trabalho de investigação qualitativa visa entender globalmente as categorias que mobilizam os atores para compreender e atuar sobre a realidade (ZANTEN, 2004).

3.1 O uso do questionário na pesquisa qualitativa

É uma técnica na qual o investigado possa se manifestar sem a presença do investigador evitando em alguns casos constrangimentos no momento de respondê-los, mas não podemos ignorar que eles a vêem como uma forma de avaliação.

Segundo Matos e Vieira (2001), visando à compreensão do respondente, o instrumento deve ser bem detalhado, contendo um cabeçalho com explicações a respeito da pesquisa, seus objetivos, a importância de se responder corretamente, além da garantia do sigilo das informações. Devem ser fornecidas também orientações para o seu preenchimento adequado.

As questões devem ser claras e objetivas. Podem ser abertas, quando o respondente tem liberdade para expressar livremente suas opiniões; fechadas, quando são fornecidas opções de respostas ou mistas quando há uma fusão dos outros dois tipos mencionados.

3.2 Os envolvidos na pesquisa e a coleta de dados

A pesquisa foi desenvolvida nas cidades de São Manuel e Bauru, ambas no interior do Estado de São Paulo.

Na cidade de São Manuel foi escolhida uma escola pública que possuísse o maior número de classes de 3.º ano do Ensino Médio (concluintes). Feito um primeiro contato com a escola a direção da mesma considerou adequado que o questionário fosse aplicado por um professor do seu próprio corpo docente. Foram entregues 300 (trezentos) questionários faltando 20 dias para o término do ano letivo e ao final retornaram apenas 56 (cinquenta e seis), sendo estes os que estão fazendo parte do presente estudo. Em Bauru, os questionários foram aplicados a graduandos do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Unesp de Bauru, que ainda não haviam cursado a disciplina de genética. A aplicação dos questionários foi feita pelo próprio professor responsável em duas turmas, uma do ano de **2004** e uma de **2005**, retornando **15** e **28** questionários respectivamente.

Os questionários aplicados para os concluintes do Ensino Médio e os graduandos de Ciências Biológicas, diferiam em algumas questões, mas nada que viesse a prejudicar o desenvolvimento do presente estudo, visto que as modificações feitas no questionário foram visando um melhor entendimento dos respondentes concluintes do Ensino Médio. Os questionários apresentam-se nos Anexos 2 e 3.

*“Quem não nos ensina, ainda que nós fale,
É como se não nos falasse.”
(Santo Agostinho)*

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os dados obtidos por meio dos questionários e que foram categorizados de acordo com as respostas dadas pelos próprios alunos deixando transparecer o máximo possível suas idéias, no que se refere à soma da frequência relativa e absoluta, em alguns casos podem ultrapassar o número esperado, pois alguns respondentes acabaram sendo enquadrados em mais de uma categoria de resposta.

4.1 Dados referentes aos concluintes do Ensino Médio

Nota-se já na primeira questão uma certa dificuldade por parte dos alunos no que diz respeito à definições, visto que as respostas são dadas de maneira pouco estruturada, não havendo uma preocupação maior em sua elaboração. Dos 56 participantes, 21 não responderam à questão (37,5%) e 7 responderam de uma maneira ininteligível sendo enquadrados como a categoria outros (12,5%). Uma boa parte deixou a entender que de uma forma ou de outra os genes carregam informações genéticas responsáveis pelas características dos indivíduos, dentro dessa parcela encontramos aqueles que os definem como sendo unidades funcionais que carregam características genéticas e aqueles que só citam-no como responsável pelas características do indivíduo ou pela herança de pai para filho. Um dos alunos relacionou gene à uma memória química não sendo possível compreender corretamente essa resposta, precisando talvez de uma entrevista estruturada. Desses alunos, 7 (12,5%) deixaram transparecer claramente em suas respostas uma confusão entre célula e gene, levantando uma questão preocupante, visto que nesse nível de ensino não deveria existir mais dúvidas quanto à Teoria Celular (Tabela 1).

Tabela 1 – Categorias de Resposta da Questão 1: “O que são genes?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Relacionado a uma memória química	4	1	1,78
Confusão de gene com célula	1, 5, 10, 26, 38, 41, 42	7	12,50
Unidades funcionais que carregam características genéticas	6, 7, 14, 15, 17, 19, 21, 22,	8	14,29
Responsável pelas características do indivíduo	11, 18, 20, 37, 43, 50, 54, 56	8	14,29
Herança de pai para filho	29, 31, 33, 39,	4	7,14
Outros	8, 9, 12, 13, 51, 52, 53	7	12,50
Não responderam	2, 3, 16, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 55	21	37,50

Em relação às Leis de Mendel, novamente as respostas são apresentadas de uma maneira não estruturada, sendo difícil seu entendimento, 35 (62,50%) dos alunos não responderam à questão, alguns foram enquadrados em mais de uma categoria devido a apresentarem pelo menos parte da resposta correspondente ao assunto (Tabela 2). Com a análise dos dados obtidos, notamos que nenhum dos alunos dessa pesquisa tem claras as Leis de Mendel, possuindo apenas idéias superficiais sobre seu experimento, guardando também algumas palavras que são usadas com frequência pelos professores quando se referem a esse assunto, como por exemplo: segregação independente dos fatores, monoibridismo e diibridismo.

Tabela 2 – Categorias de Resposta da Questão 2: “Enuncie a 1.^a e a 2.^a Lei de Mendel”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Teste com as ervilhas	1, 2, 3, 5, 10, 38	6	10,71
Segregação de fatores	6, 7, 14, 19, 20, 21, 22	7	12,50
Segregação independente de fatores	6, 14, 19, 20, 21, 22	6	10,71
Monoibridismo	9	1	1,79
Diibridismo	7, 9	2	3,57
Falou sobre o experimento	15	1	1,79
Outros	1, 2, 3, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 17, 32, 38	12	21,43
Não responderam	4, 16, 18, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56	35	62,50

A meiose e a mitose surgem como assuntos aparentemente difíceis para os alunos, pois 44 (78,57%) não responderam à questão e entre mitose e meiose nota-se que alguns 10 (17,86%) têm a consciência da formação de células idênticas no caso da mitose e, 3 (5,36%) reconhecem a meiose como uma divisão reducional. No caso das respostas dadas à mitose não ficou claro se esses alunos possuem o conhecimento sobre a cópia do material genético (Tabela 3). Lopes et al (2005), no trabalho “Obstáculos à apropriação dos conceitos de ciclo celular por alunos do Ensino Médio”, dizem ser claros os obstáculos epistemológicos presentes em questões que exigem principalmente uma maior compreensão do aspecto microscópico e sugerem que sejam elaboradas seqüências didáticas que contextualizem o conceito de ciclo celular com o cotidiano do aluno, visando minimizar os obstáculos identificados e propiciar uma aprendizagem significativa.

Tabela 3 – Categorias de Resposta da Questão 3: “Quais as principais diferenças entre meiose e mitose?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Mitose – célula mãe origina duas células idênticas	6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 22	10	17,86
Meiose – célula mãe origina quatro células com metade do número de cromossomos	6, 14, 22	3	5,36
Outros	7, 9, 19, 20, 37	5	8,93
Não responderam	1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56	44	78,57

Sabe-se que a herança parcialmente ligada ao sexo está relacionada à região homóloga dos cromossomos sexuais X e Y, valendo portanto, as mesmas regras de outras heranças ligadas a qualquer outro par de cromossomos homólogos, conhecimento que não foi identificado nas respostas obtidas nesse grupo da pesquisa, pois 35 (62,50%) dos alunos não responderam à questão, 11 (19,63%) foram enquadrados dentro da categoria outros devido a respostas ininteligíveis e uma parcela pequena cita como uma doença transmitida pelo pai ou pela mãe e dão exemplos de doenças ligadas ao sexo, talvez por serem os exemplos mais utilizados pelos professores quando tratam do assunto de herança relacionada ao sexo. Nove alunos (16%) relacionam como sendo uma herança transmitida pelos cromossomos sexuais, não explicitando de que maneira são transmitidas (Tabela 4).

Tabela 4 – Categorias de Resposta da Questão 4 “O que é herança parcialmente ligada ao sexo?”.

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Transmitida pelos cromossomos sexuais	4, 6, 7, 14, 15, 16, 19, 21, 22	9	16,10
Doenças transmitidas pelo pai ou pela mãe (hemofilia, daltonismo)	20	1	1,77
Outros	2, 3, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18	11	19,63
Não responderam	1, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56	35	62,50

Os cromossomos, no que diz respeito a estrutura e localização, apresentam-se problemáticos aos alunos, pois encontrou-se uma grande parcela de não respondentes 39 (69,64%), 5 (8,93%) com respostas ininteligíveis, 7 (12,50%) reconhecem o cromossomo como porções que carregam os genes e que localizam-se dentro das células, os sete respondentes aqui citados estão marcados na tabela com asterisco. Mais uma vez aparece um dado preocupante, pois 3 (4,69%) dos alunos confundem cromossomos com células, assim como houve confusão entre gene e célula na questão n.º 1 (Tabela 5).

Tabela 5 – Categorias de Resposta da Questão 5 “O que são cromossomos e onde se localizam?”.

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
São várias células localizadas no ser vivo	1, 10, 53	3	5,36
Porções que carregam os genes	4, 6*, 7*, 9*, 14*, 19*, 20*, 21, 22*	9	16,1
Localizam-se dentro das células	6*, 7*, 9*, 14*, 19*, 20*, 22*	7	12,5
DNA	5	1	1,79
Outros	7, 17, 26, 41, 42	5	8,93
Não responderam	2, 3, 8, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56	39	69,64

Mesmo sendo os transgênicos um assunto presente constantemente nos diversos meios de comunicação, 20 (35,71%) não responderam à questão e 6 (10,71%) responderam de maneira ininteligível. Nota-se também que uma grande parte 22 (39,29%) relacionam transgênicos a alimentos, sendo que este nem foi citado no enunciado o motivo da sua inclusão talvez seja a sua grande veiculação pela mídia. Alguns alunos 6 (10,71%) entendem transgênicos como organismos geneticamente modificados ou tudo que é modificado geneticamente e 3 (5,36%) possuem uma visão mais crítica entendendo-os como produtos desenvolvidos visando lucro (Tabela 6).

Tabela 6 – Categorias de Resposta da Questão 6 “O que são transgênicos?”.

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Alimento geneticamente modificado	1, 2, 3, 5, 10, 15, 18, 20, 26, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 50, 56	22	39,29
Organismos geneticamente modificados	4	1	1,79
Tudo que é modificado geneticamente	6, 7, 19, 22	4	7,14
Produtos desenvolvidos visando o lucro	17, 34, 35	3	5,36
Outros	9, 14, 21, 51, 52, 53	6	10,71
Não responderam	8, 11, 12, 13, 16, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 54, 55	20	35,71

Assim como o assunto dos transgênicos, a clonagem também tem tido um lugar de destaque nos meios de comunicação e mesmo assim os dados obtidos praticamente se repetem, pois 23 (41,10%) não responderam à questão, 19 (33,93%) responderam de forma ininteligível e apenas 11 (19,64%) relacionaram a clonagem com algum tipo de cópia, mas não esclareceram como se dá esse processo, ficando uma resposta vaga. Uma parcela reduzida relacionou a clonagem como um meio de reprodução ou de produção de um novo ser (Tabela 7).

Tabela 7 – Categorias de Resposta da Questão 7 “O que é clonagem?”.

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Cópia de um ser vivo	1, 3, 5, 7, 17, 38, 40, 53	8	14,29
Cópias idênticas de pessoas	4, 18, 54	3	5,36
Produção de um novo ser	6, 22	2	3,57
Meio de reprodução	7	1	1,79
Outros	2, 8, 9, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 37, 39, 41, 42, 43, 50, 51, 52, 55, 56	19	33,93
Não responderam	14, 15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 44, 45, 46, 47, 48, 49	23	41,07

A questão 8, **“Somos brancos, negros, pardos; uns temos línguas que enrolam, outros não, nosso cabelo é liso ou encaracolado (site Nova Escola 15/11/2005). No seu entender o que determina que nasçamos com uma característica ou outra? Responda com suas próprias palavras”**, dava margem para que os alunos discorressem sobre o seu entendimento de hereditariedade, não precisando para tanto de conhecimentos muito aprofundados, mas mesmo assim, 41 (71,21%) não responderam à questão e a parcela de respondentes deixou muito a desejar, visto que não conseguem estruturar suas respostas, ficando idéias “jogadas”, não sendo capazes de discorrerem suas idéias de maneira lógica (Tabela 8).

Tabela 8 – Categorias de Resposta da Questão 8 “Somos brancos, negros, pardos; uns temos línguas que enrolam, outros não, nosso cabelo é liso ou encaracolado (site Nova Escola 15/11/2005). No seu entender o que determina que nascamos com uma característica ou outra? Responda com suas próprias palavras”.

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Mistura das raças	17	1	1,79
Mistura genética (pais, avós, etc.)	18, 20, 53, 54	4	7,14
Varição de cromossomo	19, 21, 22, 35	4	7,14
A genética	43, 50, 51, 52, 56	5	8,93
Outros	55	1	1,79
Não responderam	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49	41	73,21

4.2 Dados referentes aos graduandos do curso de Ciências Biológicas do ano de 2004

Na Tabela 9, podemos ver que a variedade de respostas é maior que as dos concluintes do Ensino Médio à mesma questão, mas não se pode deixar de citar que esses alunos já cursaram a disciplina de Biologia Celular, mas mesmo assim as respostas continuam desestruturadas. Agrupando algumas categorias*, notamos que 7 (46,66%), de uma maneira ou de outra, deixam transparecer claramente que os genes são os responsáveis pelas características dos indivíduos. Dois** se aproximam do conceito molecular clássico de gene que, de acordo com El-Hani (2005), “é entendido como um segmento de DNA que codifica um produto funcional”. Segundo Goldbach, El-Hani e Martins (2005), “tal enfoque favorece uma abordagem simplificadora do papel dos genes nos sistemas genômicos e celulares, no desenvolvimento e na relação genótipo-fenótipo”, promovendo uma compreensão pouco crítica das possibilidades de intervenção e manipulação do material genético. Pode-se inferir aqui que o conhecimento não atinge a todos da mesma maneira, tendo um papel importante as concepções prévias dos alunos, pois se todos chegassem ao mesmo patamar de conhecimento após terem recebido as mesmas informações, não existiria essa variedade de categorias de resposta, visto que todos esses alunos passaram pela mesma disciplina de Biologia Celular a qual desenvolve o assunto. E um dado alarmante é que, 2 (13,33%) dos respondentes, confundiram gene como um conjunto de cromossomos.

Tabela 09 – Categorias de Resposta da Questão 1 “O que são genes?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Seqüência de DNA	1	1	6,66
Seqüência de bases de DNA que codifica uma proteína	2**	1**	6,66
Cada parte do cromossomo que manifesta uma característica no indivíduo	3, 9, 10, 11*	4*	26,66
Seqüência de nucleotídeos com determinadas funções	4**	1**	6,66
Responsáveis pelas características do indivíduo	5, 15*	2*	13,33
Conjunto de cromossomos	6, 8	2	13,33
Localização de informações hereditárias	7*	1*	6,66
Outros	12	1	6,66
Não responderam	13, 14	2	13,33

A respeito dos enunciados da 1.^a e 2.^a Leis de Mendel, notamos que não há diferença comparando com os dados obtidos dos concluintes do Ensino Médio, pois 10 (66,66%) não responderam à questão, mostrando ainda uma porcentagem 4% maior que a dos concluintes do Ensino Médio (Tabela 10). Foram respostas difíceis de analisar, pois apresentam informações “jogadas” e novamente desestruturadas. Repetem-se aqui as mesmas observações feitas aos concluintes do Ensino Médio à mesma questão.

Tabela 10 – Categorias de Resposta da Questão 2 “Enuncie a 1.^a e a 2.^a Lei de Mendel.”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Segregação independente dos gametas	2	1	6,66
Cruzou ervilhas e obteve as primeiras probabilidades	3	1	6,66
Crossing-over	6	1	6,66
Exemplificou o cruzamento da 1. ^a Lei	13	1	6,66
Outros	7	1	6,66
Não responderam	1, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15	10	66,66

Enquanto que para os alunos concluintes do Ensino Médio a questão sobre meiose e mitose se mostrou aparentemente difícil, para os graduandos de Biologia nota-se clara a idéia de divisão reducional na meiose e equacional na mitose, visto que 73,33% (agrupando as quatro primeiras categorias) apresentaram essa visão, 3 (20,00%) citam o fenômeno do “*crossing-over*” na promoção da variabilidade gênica e uma parcela pequena apresentou respostas ininteligíveis (Tabela 11). Não podemos esquecer que essa amostra já passou pela disciplina de Biologia Celular onde foram revistos esses conceitos.

Tabela 11 – Categorias de Resposta da Questão 3 “Quais as principais diferenças entre meiose e mitose?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Mitose – células 2n	1, 4, 5	3	20,00
Meiose – células n	1, 4, 5	3	20,00
Mitose – manutenção do n.º de cromossomos	2, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14	8	53,33
Meiose – redução do n.º de cromossomos	2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	9	60,00
Meiose promove a variabilidade gênica – crossing - over	6, 10, 14	3	20,00
Outros	3, 6, 15	3	20,00

À respeito da herança parcialmente ligada ao sexo que já foi discutida na Tabela 4, evidenciamos novamente aqui que as respostas dadas não se enquadram ao tipo de herança pedido, pois 7 (46,66%) dos alunos não responderam à questão, 3 (20,00%) respondeu de maneira ininteligível, apenas 1 (6,67%) encontra-se mais adequado, relacionando a herança parcialmente ligada ao sexo com herança de caracteres genéticos recebidos pelos pais, faltando, provavelmente, uma melhor estruturação da resposta. O restante relata os cromossomos sexuais em seus textos sem que estes tenham um sentido propriamente dito nas respostas (Tabela 12).

Tabela 12 – Categorias de Resposta da Questão 4 “O que é herança parcialmente ligada ao sexo?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Herança ligada ao cromossomo X	10, 15	2	13,33
Herança de caracteres genéticos recebidos pelos pais	4	1	6,67
Quando o indivíduo herda um gene e não o manifesta	3	1	6,67
Característica que se manifesta apenas em um determinado sexo	9	1	6,67
Outros	5, 7, 11	3	20,00
Não responderam	1, 2, 6, 8, 12, 13, 14	7	46,66

Dos respondentes, no que diz respeito à localização dos cromossomos, 12 (80,00%) dos alunos disseram que os cromossomos se localizam no núcleo das células, não fazendo nenhuma citação sobre as células procariontes e 2 (13,33%) citam que cromossomos, na maioria das vezes localizam-se no núcleo das células. Alguns confundem cromossomos com conjunto de moléculas de DNA, utiliza termos científicos como cromatina condensada, sem que esse apresente algum significado detectável. Os dados obtidos, nos mostram que a respeito da definição, esses alunos deixam transparecer claramente suas dificuldades com este tipo de questão, ficando difícil classificá-las como totalmente corretas ou não (Tabela 13).

Podemos observar que não houve nenhuma resposta em branco, em contrapartida 35 dos concluintes do Ensino Médio não arriscaram respondê-la (Tabela 5).

Tabela 13 – Categorias de Resposta da Questão 5 “O que são cromossomos e onde se localizam?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Localizam-se no núcleo das células	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15	12	80,00
Formados por bases nitrogenadas	1	1	6,66
Conjunto de genes	3	1	6,66
Material genético da célula	4, 12	2	13,33
Na maioria das vezes localizam-se no núcleo das células	4, 11	2	13,33
Unidades que contém informações genéticas	5, 14	2	13,33
Cromatina condensada	6	1	6,66
Conjunto de moléculas de DNA	7	1	6,66
Constituem o DNA celular	9	1	6,66
Outros	2, 10, 15	3	20,00

A questão sobre genes ligados (Tabela 14), difere da questão 6 dos concluintes do Ensino Médio (Tabela 6), devido ser uma questão com um maior grau de dificuldade, estando presente para os graduandos de Biologia justamente para ver como se apresentam em questões que necessitam de um pouco mais de atenção para respondê-las. Há pares de genes que estão no mesmo cromossomo e não seguem o princípio da segregação independente dos fatores, proposto pela 2.^a Lei de Mendel. De todos os alunos, 11 (73,33%) não responderam à questão e o restante 4 (26,67%) responderam-na de maneira inadequada.

Tabela 14 – Categorias de Resposta da Questão 6 “O que são genes ligados?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Genes que dependem de outros genes	4, 11	2	13,33
Genes que sintetizam uma função juntos	5	1	6,66
Genes alelos	15	1	6,66
Não responderam	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14	11	73,33

A questão sobre epistasia também difere dos concluintes do Ensino Médio, sendo um assunto nem sempre tratado durante o programa de genética da Rede Estadual de Ensino, por falta de tempo ou mesmo por falta de preparo dos professores. O número de não respondentes à essa questão é de 11 (73,33%) repetindo o índice da questão anterior levando-nos a crer que é um assunto que realmente não é ensinado ou apenas exigido sua memorização. Dentro do agrupamento dos respondentes, podemos verificar que apenas os presentes nas duas primeiras categorias se aproximaram da resposta correta (Tabela 15).

Tabela 15 – Categorias de Resposta da Questão 7 “O que é epistasia?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Manifestação ou inibição de um gene	3	1	6,66
Trata-se de uma inibição	6	1	6,66
Inibição de um gene por outro ou seu alelo	10	1	6,66
Inibição de um gene pelo seu alelo	11	1	6,66
Não responderam	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15	11	73,33

A questão sobre distância mapa também não foi colocada para os concluintes do Ensino Médio, cabendo a mesma justificativa dada à questão anterior. Sabemos que a distância mapa não se mede em metros utilizando-se como referência 1 unidade de mapa (UM) ou também utilizado *centimorgan* (cM) ou morganídeo em homenagem à Thomas Hunt Morgan que foi quem explicou as causas da ligação envolvida no “*crossing-over*”. A maioria deixou de responder à questão (14, ou seja, 93,33%) e apenas 1 (6,67%) arriscou uma resposta qualquer. Os dados encontrados aqui nos mostram o desconhecimento do assunto, ou talvez a dificuldade de organização de uma resposta coerente (Tabela 16).

Tabela 16 – Categorias de Resposta da Questão 8 “Quanto mede em metros uma distância mapa?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
1000 metros	5	1	6,66
Não responderam	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	14	93,34

Essa questão seguinte corresponde à questão 6 e 7 dos concluintes do Ensino Médio. Notamos que diferentemente do encontrado entre os concluintes do Ensino Médio, todos responderam à questão e entre eles 11 (73,33%) responderam corretamente, envolvendo em sua resposta os dois temas pedidos (animais clonados e transgênicos) apenas não se aprofundaram muito em suas respostas, e 3 (20,00%) responderam apenas sobre animais clonados não citando os transgênicos, 1 (6,67%) respondeu apenas sobre os transgênicos não citando os animais clonados e entre essa parcela que respondeu apenas à um dos temas, 3

(20,00%) tiveram uma das respostas (sobre transgênicos ou animais clonados), classificada na categoria outros por se apresentar ininteligível (Tabela 17).

Tabela 17 – Categorias de Resposta da Questão 9 “O que são animais clonados e transgênicos?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Clones – reprodução sexuada	1	1	6,66
Transgênicos – alteração na seqüência de DNA	1	1	6,66
Animais clonados – feitos apartir de células de animais pré-existentes (mesma carga genética)	2, 3, 6, 8	4	26,66
Animais transgênicos – produzidos com determinados genes alterados	2, 3	2	13,33
Clonados – geneticamente idênticos	4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15	9	60,00
Transgênicos – modificados geneticamente	4, 5, 6, 7, 9, 14, 15	7	46,66
Transgênicos – possuem material genético de outro ser em sua carga genética	11, 13	2	13,33
Outros	10, 12, 13	3	20,00

A questão sobre hidrogenética não foi apresentada aos concluintes do Ensino Médio, porém incluída para os graduandos de Biologia pelo professor de genética como uma “pegadinha”, pois não existe o termo hidrogenética. De todos os alunos, 13 (86,67%) preferiram não responder a questão o que nos coloca em dúvida se realmente sabiam que não existe a hidrogenética ou se desconheciam a resposta, visto que mesmo não existindo o termo esperava-se que pelo menos

justificassem nunca terem ouvido falar do assunto ou até mesmo afirmassem ser um assunto inexistente. Infelizmente, essa dúvida não pode ser sanada, pois precisaria ter sido feita, logo em seguida, entrevistas estruturadas com os alunos para descobrir o real motivo da questão em branco. Encontramos entre eles 2 (13,33%) dos respondentes, arriscando uma resposta pela formação da palavra (Tabela 18).

Tabela 18 – Categorias de Resposta da Questão 10 “O que vem a ser hidrogenética?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Genética que estuda espécies aquáticas	3	1	6,66
Genética da água	5	1	6,66
Não responderam	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	13	86,68

4.3 Dados referentes aos graduandos do curso de Ciências Biológicas do ano de 2005

Os dados aqui apresentados se referem aos graduandos de Ciências Biológicas do ano de 2005 e obtidos por meio de um questionário idêntico ao aplicado à turma de 2004, por esse motivo as justificativas feitas às questões 6, 7, 8 e 10, correspondendo às tabelas 14, 15, 16 e 18 respectivamente, apresentam-se desnecessárias.

Na Tabela 19, encontramos uma grande variedade de categorias referentes à questão 1, praticamente o dobro de categorias encontradas em relação à mesma questão aplicada para a turma de 2004, quantidade essa já considerada grande. Isso nos mostra que não existe um consenso em relação ao conceito de

gene e que muitos ainda carregam consigo a idéia de gene apenas como transmissor de características hereditárias, agrupando algumas características, que apresentam-se na tabela marcadas com um asterisco (*) 16 (57,14%) alunos possuem essa visão, dado já constatado na tabela 09. Em comparação à turma de 2004, onde só 1 (6,66%) dos respondentes foi enquadrado na categoria outros, como tendo apresentado uma resposta ininteligível, encontramos na turma de 2005 uma porcentagem um pouco maior, 5 (17,86%) na mesma categoria o que continua deixando transparecer a falta de informação por parte dos alunos ou até mesmo a dificuldade de estruturação das respostas.

Tabela 19 – Categorias de Resposta da Questão 1 “O que são genes?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Seqüência de bases hidrogenadas com a função de controlar todo o metabolismo do corpo	1	1	3,57
Novelo de fita de DNA que pode gerenciar as características de uma pessoa	2	1	3,57
Responsáveis pela transmissão de características hereditárias	3, 11, 17*	3	10,71
Partes do material genético	4, 5	2	7,14
Informações contidas nos cromossomos responsáveis pelas características do indivíduo	6, 7, 10, 18, 19, 26, 28*	7	25
Em pares (recessivos), sozinhos (dominantes)	7	1	3,57
Local onde é armazenada a informação que define as características dos seres	8, 11, 12, 14, 20*	5	17,86
Genes contêm informações que podem ou não manifestar-se no organismo	13, 25	2	7,14
Seqüência de informações existente no DNA que codificam a seqüência de aminoácidos em uma proteína, que vai atuar no novo organismo	16	1	3,57
Porções de DNA	17, 22	2	7,14
Depósitos de informações que são transmitidas de geração em geração	24*	1	3,57
Se localizam nos cromossomos	25, 27	2	7,14
Outros	4, 15, 21, 22, 23	5	17,86
Não responderam	9	1	3,57

Na questão sobre as Leis de Mendel (Tabela 20), encontramos 19 (67,86%) alunos que não responderam em comparação à 35 (62,50%) nos concluintes do Ensino Médio (Tabela 2) e 10 (66,66%) nos graduandos de Biologia do ano de 2004 (Tabela 10), não apresentando diferença significativa. Os termos usados nas respostas continuam deixando transparecer uma repetição de informações, visto que por trás disso não aparecem explicações com maiores detalhes. Em uma das categorias onde é citado o seguinte: “1ª. Lei analisa apenas uma característica e a 2ª. Lei analisa 2 características” nos fazendo pensar sobre como está sendo passado esse conteúdo, pois para esse aluno a 2ª Lei de Mendel só é válida em casos de diíbrido. Fabrício et al. (2005) destacam a dificuldade de compreensão sobre a transmissão dos caracteres hereditários regidos pelas Leis de Mendel, não só no Ensino Médio (EM) como também no Ensino Superior (ES), possivelmente pelo despreparo em conteúdos anteriores: (...) “os obstáculos epistemológicos identificados no EM persistem entre os alunos do ES a despeito do maior acesso a informações o que se torna preocupante pois os alunos do ES serão os futuros professores do EM”.

Tabela 20 – Categorias de Resposta da Questão 2 “Enuncie a 1.^a e a 2.^a Lei de Mendel.”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
2 ^a . Lei , segregação independente dos cromossomos homólogos	15, 20	2	7,14
1 ^a . Lei, cruzou ervilhas e descobriu genes dominantes e recessivos	15, 20	2	7,14
1 ^a . Lei diz que o pai passa metade da carga genética de seu filho e a mãe a outra metade	16	1	3,57
A Lei de Mendel define proporções constantes para devidos cruzamentos	27	1	3,57
1 ^a . Lei analisa apenas uma característica e a 2 ^a . Lei analisa 2 características	23	1	3,57
Outros	2, 21, 22, 24	4	14,29
Não responderam	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 25, 26, 28	19	67,86

Assim como os graduandos da turma de 2004, a turma de 2005 também demonstra claramente a idéia de divisão reducional na meiose e equacional na mitose 18 de 28 participantes da pesquisa apresentam essa visão e dentro dessa parcela podemos notar que 22,22% dos mesmos respondentes apresentaram uma resposta mais completa, onde citam a mitose composta por apenas uma fase e meiose composta por duas (uma reducional e uma equacional) (Tabela 21). De todos os respondentes 6 (21,43%), relacionaram meiose com a origem de células

sexuais, o que não foi constatado nos outros grupos analisados. O que difere um pouco mais da turma de 2004 é a quantidade de respondentes na categoria outros, 28,57% da turma de 2005 contra 20,00% da turma de 2004, mas se observarmos bem, dentro dessa porcentagem existe alunos que estão enquadrados também em outras categorias, sendo que apenas uma parte da questão mostrava-se ininteligível. Segundo Camargo et al. (2002), após uma pesquisa feita com professores sobre meiose, 90% dos investigados consideram ter conhecimento razoável sobre meiose, mas apenas 14% acertou todas as perguntas relativas ao processo desta divisão.

Tabela 21 – Categorias de Resposta da Questão 3 “Quais as principais diferenças entre meiose e mitose?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Mitose – características da célula mãe são mantidas (equacional)	3, 2, 4, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 24	16	57,14
Meiose – células filhas com metade do material genético (reducional)	3, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 22, 24	16	57,14
Mitose – ocorre em apenas uma etapa e meiose em 2 etapas uma reducional e uma equacional	3, 4, 24, 26	4	14,29
Mitose – 2n (equacional)	5, 9, 10, 20, 27	5	17,86
Meiose – n (reducional)	9, 10, 15, 18, 20	5	17,86
Mitose – células somáticas	7, 14, 16	3	10,71
Meiose – origina células sexuais	7, 9, 14, 15, 16, 19	6	21,43
Meiose – promove a variabilidade genética (crossing-over)	3, 23	2	7,14
Mitose – promove a multiplicação celular	23	1	3,57
Outros	1, 5, 8, 17, 18, 25, 27, 28	8	28,57

Na presente turma analisada, podemos dizer que se repete o constatado anteriormente nas outras turmas em relação à herança parcialmente ligada ao sexo (Tabela 22), pois 4 (14,29%) não responderam, 5 (17,86%) responderam de maneira ininteligível, 12 (42,86%) citaram a herança parcialmente ligada ao sexo a uma herança que envolve um dos cromossomos sexuais (X ou Y), não deixando transparecer qual a parte desse cromossomo que está relacionada com o tipo de herança pedido e o restante, como já citado anteriormente para a turma de 2004, “arrisca” respostas que envolvem os cromossomos sexuais em seus textos não deixando transparecer um verdadeiro sentido em suas respostas.

Tabela 22 – Categorias de Resposta da Questão 4 “O que é herança parcialmente ligada ao sexo?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Herança ligada ao cromossomo X	8, 24	2	7,14
Quando envolve um dos cromossomos sexuais (X ou Y)	2, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 19, 21, 22, 26, 27	12	42,86
Herança transmitida pelo trecho não homólogo do cromossomo Y com X	20	1	3,57
Característica adquirida de acordo com o sexo do indivíduo	4	1	3,57
É quando o caráter estudado se manifesta em homozigose num determinado sexo	23	1	3,57
Característica que se manifesta apenas em um determinado sexo	6, 17	2	7,14
Outros	3, 5, 10, 11, 16	5	17,86
Não responderam	1, 18, 25, 28	4	14,29

Observamos que apenas 1 (3,57%), não respondeu à questão sobre cromossomos e sua localização (Tabela 23). No que diz respeito à localização dos cromossomos, 21 (75,00%) citam o núcleo da célula como o lugar onde estes são encontrados, e assim como a turma de 2004 não fazem menção às células procariontes. Agrupando as duas primeiras categorias temos 4 (14,29%) alunos que abordam a idéia de que os genes se dispõem na forma de hélice. Novamente a questão apresentada mostra-se difícil de ser categorizada como certa ou errada por apresentarem muitas respostas diferenciadas e de difícil interpretação, onde aparecem termos, às vezes, relacionados corretamente ao assunto, mas que por inexperiência ou por falta de conhecimento não conseguem expressar suas idéias de uma maneira clara.

Tabela 23 – Categorias de Resposta da Questão 5 “O que são cromossomos e onde se localizam?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Genes condensados que se dispõem na forma de hélice	1	1	3,57
Estruturas formadas por conjunto de genes formando uma dupla hélice – se localizam dentro do núcleo	6, 12, 14	3	10,71
Conjunto de genes que se localizam no núcleo	10, 16, 20	3	10,71
Material genético da célula que transmitirá informações aos herdeiros e se localizam no núcleo	4, 21, 24, 25, 26	5	17,86
Aglomerado de DNA que se localiza no núcleo da célula	5	1	3,57
Formados de DNA que determinarão características nos indivíduos e se localizam no núcleo da célula	7, 27	2	7,14
Localizam-se no núcleo da célula	8, 13, 19	3	10,71
Cromatina no seu maior estágio de condensação e se localizam no núcleo da célula	9, 28	2	7,14
Fitas de DNA condensadas – localizadas no núcleo	17, 22	2	7,14
Segmentos de DNA	23	1	3,57
Estruturas que contém os genes	18, 19	2	7,14
Outros	2, 11, 13, 15, 18	5	17,86
Não responderam	3	1	3,57

De todos os alunos, 19 (67,86%) não responderam à questão sobre genes ligados (Tabela 24), 1 (3,57%) teve parte da resposta correta, citando que são genes presentes no mesmo cromossomo, mas cometeu um erro ao relatar que atuam juntos na mesma característica. O restante deu respostas erradas à questão (8 alunos, ou seja, 28,57%).

Tabela 24 – Categorias de Resposta da Questão 6 “O que são genes ligados?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Seqüência de genes interligados	1	1	3,57
Genes dependentes com características que se acompanham	6	1	3,57
Genes dependentes onde um precisa do outro para demonstrar determinada característica	10, 25	2	7,14
Genes semelhantes	11	1	3,57
Genes presentes num mesmo cromossomo que atuam juntos numa característica	19	1	3,57
Genes que dependem de outro	22	1	3,57
Genes inter-relacionados em relação a algum caráter	24, 26	2	7,14
Não responderam	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 27, 28	19	67,86

Encontramos 19 (67,86%) alunos que não responderam à questão sobre epistasia (Tabela 25), 2 (7,14%) que responderam de maneira ininteligível, 3 (10,71%) que foram enquadrados nas três primeiras categorias e que apresentaram respostas incorretas e 4 (14,28%) que responderam de maneira correta. Isso deixa claro o não conhecimento do assunto ou como citado na discussão da Tabela 15 um assunto que muitas vezes é ensinado exigindo apenas sua memorização.

Tabela 25 – Categorias de Resposta da Questão 7 “O que é epistasia?”

Categorias de Respostas	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Quando um gene é responsável por mais de uma característica	11	1	3,57
Gene “escondido” que se manifesta em apenas alguns cruzamentos	14	1	3,57
Quando um gene é dominante em relação a outro gene não permitindo a exposição da sua característica	19	1	3,57
Quando genes inibem o desenvolvimento de outras características (outro gene)	20, 21, 22, 24	4	14,28
Outros	5, 27	2	7,14
Não responderam	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 23, 25, 26, 28	19	67,86

Em relação à distância mapa dos genes, é pertinente reportar à discussão feita na Tabela 16, pois repetem-se nesta tabela praticamente as mesmas porcentagens, 27 (96,43%) alunos não respondentes e 1 (3,57%) que respondeu desconhecendo o assunto (Tabela 26), pois como já foi citado anteriormente na

Tabela 16, distância mapa não é medida em metros e sim em unidade-mapa (UM) ou *centimorgan* (cM).

Tabela 26 – Categorias de Resposta da Questão 8 “Quanto mede em metros uma distância mapa?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
1 μ	19	1	3,57
Não responderam	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28	27	96,43

Assim como os graduandos do ano anterior, todos responderam à questão sobre animais clonados e transgênicos (Tabela 27), sendo que 18 (64,29%) apresentaram em sua resposta os dois assuntos solicitados (animais clonados e transgênicos) tendo o conhecimento sobre o material genético final em cada caso, mas assim como os de 2004 também não se aprofundaram nas respostas. De todos os respondentes, 3 (10,71%) apresentaram uma resposta coerente apenas sobre os animais clonados, 6 (21,43%) falaram somente sobre os transgênicos e 4 (14,29%) responderam de forma ininteligível.

Tabela 27 – Categorias de Resposta da Questão 9 “O que são animais clonados e transgênicos?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Clonados – geneticamente idênticos	1, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 25, 26	16	57,14
Transgênicos – geneticamente modificados	1, 3, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 25 (cita alimentos), 26, 27, 28	21	75,00
Clonado – feitos a partir do material genético de outro	5, 8	2	7,14
Animais transgênicos – produzidos com determinados genes alterados	5	1	3,57
Clonados – são aqueles em que na sua formação é utilizado o núcleo da célula de um animal que se deseja clonar	9, 12, 22, 24	4	14,29
Transgênicos – plantas nas quais foram introduzidos genes de outra espécie	17, 24	2	7,14
Clonagem é quando o núcleo do animal a ser clonado é introduzido em uma célula anucleada	19	1	3,57
Originado de uma célula somática e um óvulo	28	1	3,57
Outros	2, 13, 17, 22	4	14,29

Na Tabela 28, repete-se o citado na discussão da Tabela 18 relativo ao ano de 2004. De todos os alunos, 27 não responderam à questão (96,43%) e 1 “arriscou” uma resposta pela formação da palavra (3,57%).

Tabela 28 – Categorias de Resposta da Questão 10 “O que vem a ser hidrogenética?”

Categorias de Resposta	Alunos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Parte da genética relacionada com a água	26	1	3,57
Não responderam	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28	27	96,43

4.4 Tabelas comparativas

As tabelas aqui apresentadas têm como intuito apenas facilitar o entendimento dos leitores, sendo um apanhado geral dos principais pontos levantados na análise de dados dos três grupos (concluintes do Ensino Médio e graduandos de Ciências Biológicas do ano de 2004 e 2005), não dispensando porém a consulta na íntegra das discussões feitas a cada questão.

Tabela 29 – Questão 1: “O que são genes?”

Concluintes do Ensino Médio	Graduandos de Ciências Biológicas (2004)	Graduandos de Ciências Biológicas (2005)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldade com definições ✓ Respostas desestruturadas ✓ 37,5% não respondeu ✓ 12,5% respondeu de maneira ininteligível ✓ Uma boa parte – genes como unidades funcionais 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Maior variedade de respostas ✓ Respostas desestruturadas ✓ 46,66% responsáveis pelas características dos indivíduos ✓ 13,33% confundiu gene com um conjunto de cromossomos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Variedade de respostas ainda maior ✓ Respostas desestruturadas ✓ 53,57% gene como transmissor de características hereditárias ✓ 17,86% respondeu de maneira ininteligível
Não existe consenso com relação ao conceito de gene.		

Tabela 30 – Questão 2: “Enuncie a 1.^a e a 2.^a Lei de Mendel”

Concluintes do Ensino Médio	Graduandos de Ciências Biológicas (2004)	Graduandos de Ciências Biológicas (2005)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Difícil entendimento ✓ 62,5% não respondeu ✓ Idéias vagas ✓ Uso de palavras habituais 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não há diferença com relação ao Ensino Médio ✓ 66,66% não respondeu ✓ Difícil de analisar 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Semelhante às outras turmas ✓ 67,86% não respondeu ✓ Repetição de palavras habituais (falta explicações detalhadas)

Tabela 31 – Questão 3: “Quais as principais diferenças entre meiose e mitose?”

Concluintes do Ensino Médio	Graduandos de Ciências Biológicas (2004)	Graduandos de Ciências Biológicas (2005)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aparentemente difícil ✓ 78,57% não respondeu ✓ 17,86% - origina células idênticas (mitose) ✓ 5,36% - divisão reducional (meiose) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Clara a idéia de divisão reducional na meiose e equacional na mitose (73,33%) ✓ 20% citam o crossing-over 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Clara a idéia de divisão reducional na meiose e equacional na mitose (64,29%) e 22% dessa parcela apresentou uma resposta mais completa ✓ 21,43% relacionam meiose com células sexuais

Tabela 32 – Questão 4: “O que é herança parcialmente ligada ao sexo?”

Concluintes do Ensino Médio	Graduandos de Ciências Biológicas (2004)	Graduandos de Ciências Biológicas (2005)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 62,5% não respondeu ✓ 19,64% respondeu de maneira ininteligível 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 46,66% não respondeu ✓ 20% respondeu de maneira ininteligível 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 14,3% não respondeu ✓ 17,86% respondeu de maneira ininteligível
Nenhuma das respostas dadas se enquadra na herança parcialmente ligada ao sexo.		

Tabela 33 – Questão 5: “O que são cromossomos e onde se localizam?”

Concluintes do Ensino Médio	Graduandos de Ciências Biológicas (2004)	Graduandos de Ciências Biológicas (2005)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 64,69% não respondeu ✓ 12,5% relacionou os cromossomos com porções que carregam os genes ✓ 5,36% apresenta uma confusão entre cromossomos e célula 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 100% de respondentes ✓ 80% - cromossomos localizam-se no núcleo ✓ Alguns utilizam termos sem significado aparente ✓ Respostas difíceis de serem classificadas como certa ou errada 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 3,6% não respondeu ✓ 75% - cromossomos localizam-se no núcleo ✓ 14,29% genes dispostos em hélice ✓ Respostas difíceis de serem classificadas como certa ou errada

Tabela 34 – Questão 6 (concluintes do Ensino Médio): “O que são transgênicos?”

Concluintes do Ensino Médio
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 35,71% não respondeu e 10,71% respondeu de maneira ininteligível ✓ Relação de transgênico a alimentos (39,29%) ✓ Tudo que é modificado geneticamente (10,71%) ✓ Produtos desenvolvidos visando o lucro (5,36%)

Tabela 35 – Questão 7 (concluintes do Ensino Médio): “O que é clonagem?”

Concluintes do Ensino Médio
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 41,21% não respondeu e 39,93% respondeu de maneira ininteligível ✓ 19,64% relacionaram clonagem com algum tipo de cópia

Tabela 36 – Questão 8 (concluintes do Ensino Médio): “Somos brancos, negros, pardos; uns tem línguas que enrolam, outros não, nosso cabelo é liso ou encaracolado (site nova Escola 15/11/2005). No seu entender o que determina que nascamos com uma característica ou outra? Responda com suas próprias palavras.”

Concluintes do Ensino Médio
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 71,21% não respondeu ✓ Nota-se uma falta de estruturação das respostas

Tabela 37 – Questão 6 (graduandos de Ciências Biológicas dos anos de 2004 e 2005): “O que são genes ligados?”

Graduandos de Ciências Biológicas (2004)	Graduandos de Ciências Biológicas (2005)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 73,33% não respondeu ✓ 26,67% respondeu de maneira inadequada 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 67,86% não respondeu ✓ 3,57% apresentou parte da resposta correta ✓ 28,57% respondeu de maneira inadequada

Tabela 38 – Questão 7 (graduandos de Ciências Biológicas dos anos de 2004 e 2005): “O que é epistasia?”

Graduandos de Ciências Biológicas (2004)	Graduandos de Ciências Biológicas (2005)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 73,33% não respondeu ✓ Assunto não ensinado ou exigido memorização? 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 67,86% não respondeu ✓ 7,14% respondeu de maneira ininteligível ✓ 14,28% respondeu corretamente

Tabela 39 – Questão 8 (graduandos de Ciências Biológicas dos anos de 2004 e 2005): “Quanto mede em metros uma distância mapa?”

Graduandos de Ciências Biológicas (2004)	Graduandos de Ciências Biológicas (2005)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 93,33% não respondeu ✓ 6,67% arriscou uma resposta 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 96,43% não respondeu ✓ 3,57% arriscou uma resposta

Tabela 40 – Questão 9 (graduandos de Ciências Biológicas dos anos de 2004 e 2005): “O que são animais clonados e transgênicos?”

Graduandos de Ciências Biológicas (2004)	Graduandos de Ciências Biológicas (2005)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 73,33% respondeu corretamente ✓ 20% respondeu apenas sobre animais clonados ✓ 6,67% respondeu apenas sobre transgênicos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 64,29% respondeu corretamente ✓ 10,71% respondeu apenas sobre animais clonados ✓ 21,43% respondeu apenas sobre transgênicos ✓ 14,29% respondeu de maneira ininteligível

Tabela 41 – Questão 10 (graduandos de Ciências Biológicas dos anos de 2004 e 2005): “O que vem a ser hidrogenética?”

Graduandos de Ciências Biológicas (2004)	Graduandos de Ciências Biológicas (2005)
✓ 86,67% não respondeu ✓ 13,33% respondeu pela formação da palavra	✓ 96,43% não respondeu ✓ 3,57% respondeu pela formação da palavra

*“Faça o necessário, depois o possível e
de repente, você estará fazendo o impossível.”
(São Francisco de Assis)*

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o exposto no presente trabalho, fica evidente e indiscutível, a importância do ensino da genética, visto que se trata de uma área de conhecimento que evolui com uma velocidade espantosa e tem um papel importantíssimo na formação do senso crítico e da capacidade de tomada de decisões importantes, estando diretamente relacionado à formação do cidadão e sua alfabetização científica.

Corroborando com Cantiello e Trivelato (2002), a aprendizagem de genética no ensino médio está longe de ser satisfatória.

Os alunos do Ensino Médio demonstram certa dificuldade para trabalhar questões que exigem estruturação das respostas. Os mesmos procuram responder as questões da maneira mais simples possível e com o mínimo de palavras, prejudicando muitas vezes o entendimento de seus textos, o que foi notado em várias das questões, sendo demonstrado claramente no Capítulo 4 (Resultados e Discussão), pela quantidade de alunos que foram enquadrados, dentro das categorias de resposta – outros – que foi criada justamente para respostas **ininteligíveis**. Os conteúdos abordados, mostraram-se em alguns casos, como sendo completamente desconhecidos pela maioria, devido à quantidade de alunos que deixaram de responder a algumas questões. Encontram-se entre os conteúdos mais difíceis: Leis de Mendel, mitose e meiose, herança e sexo, teoria cromossômica e herança biológica. Os assuntos, clonagem e transgênicos, também deixaram a desejar, pois apesar de sua grande veiculação na mídia, uma porcentagem considerável nem arriscou a responder, colocando em dúvida o papel das diversas mídias no processo ensino-aprendizagem.

Com relação aos graduandos de Ciências Biológicas que ainda não cursaram a disciplina de genética, a aprendizagem desse conteúdo também se

encontra longe de ser satisfatória, visto que os mesmos já passaram pelo vestibular que é considerado como um processo de seleção conteudista. Esperava-se encontrar dentro dessa parcela uma melhor compreensão sobre a genética básica.

As diferenças encontradas entre os três grupos analisados (concluintes do Ensino Médio e graduandos de Ciências Biológicas dos anos de 2004 e 2005) não podem ser consideradas significativas e devem ser, provavelmente, ao motivo dos graduandos de Ciências Biológicas, já terem cursado a disciplina de Biologia Celular e Embriologia, tendo assim um conhecimento mais apurado sobre: genes, divisão celular e teoria cromossômica. Entretanto, esses conteúdos não foram adequadamente compreendidos, pois após já os terem estudado em nível de graduação, o conhecimento dos mesmos não se apresenta totalmente satisfatório, deixando-nos preocupados, pois esses serão futuros professores do Ensino Fundamental e Médio em nosso país.

Apresento a seguir, três depoimentos que encontrei entre os dados recolhidos e que me chamaram bastante à atenção no Ensino Médio:

1 Peço que me desculpe, pois no momento não estou conseguindo me concentrar, no que diz respeito a esse assunto, essa área não é a que eu estou investindo, muito pelo contrário, tenho muitas dificuldades na qual, confuso, estou em débito com a ciência. Seja grato com sua compreensão.

2 ENSINO NOTURNO É PRECÁRIO, EU TRABALHO E NÃO TENHO TANTO TEMPO ASSIM PARA PODER ME INFORMAR. AGORA TERMINANDO O ENSINO MÉDIO NEM SEI O QUE EU QUERO SER NESTA VIDA. É UMA PENA. POIS EU GOSTARIA MUITO DE TER UM FUTURO MELHOR

3. Pergunta sobre fungos que nós sabemos pois é a única matéria que os professores substitutos tinham para passar

Os três depoimentos falam por si só: um demonstrando a idéia ainda existente de que só deve investir em ciência quem tem interesse em seguir a área; outro faz um apelo para a melhoria do ensino noturno e da importância fundamental que o mesmo representa na vida da pessoa, principalmente no que diz respeito à ascensão profissional; e o último levanta o problema da falta de professores em algumas escolas e também da falta de compromisso que alguns apresentam com o ensino.

O presente trabalho levanta a necessidade de continuação da pesquisa, mais precisamente com relação à formação dos professores e estratégias de ensino utilizadas pelos mesmos, tendo como intuito propor melhoras para o processo de ensino-aprendizagem, não só na área da genética, como da Biologia em geral.

De acordo com a metodologia utilizada nessa pesquisa, recomenda-se a não generalização dos dados, pois de acordo com Zanten (2004), cada estudo produz uma teoria local.

*“Eu sou do tamanho do que vejo e não
do tamanho de minha altura.”
(Fernando Pessoa)*

REFERÊNCIAS

ALVES, L. G. C. et al. As ervilhas de Mendel vão à escola. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 49.º, 2003, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2003.

AMABIS, J. M. Uma abordagem histórico-filosófica no ensino de genética. In: O Ensino da Genética: passado, presente e futuro. **Anais do 18.º Encontro sobre Temas de Genética e Melhoramento**. Piracicaba/SP. 10 e 11 de outubro de 2001, p. 7 – 10.

AYUSO, E.; BANET, E.; ABELLÁN, T. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios? **Enseñanza de Las Ciências**, v. 14, n. 2, p.127 – 142, 1996.

BANET, E.; AYUSO, E. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. **Enseñanza de Las Ciências**, v. 13, n. 2, p.137 – 153, 1995.

_____. Teaching genetics at secondary school: a strategy for teaching about the location of inheritance information. **Science Education**, v. 84, p. 313 – 351, 2000.

BASTOS, F. et al. Abordagens interacionistas do processo de aprendizagem e suas implicações para o ensino de ciências, **Didática e prática de ensino de ciências e biologia**: Caderno de Textos. Bauru, 2002 (mimeo).

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: Uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Coleção Ciências da Educação, 1994. 335 p.

BONZANINI, T. K. ; BASTOS, F. Concepções de alunos do ensino médio sobre clonagem, organismos transgênicos e projeto genoma humano. In: ENPEC: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Resumos...**, Bauru: ABRAPEC – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. p. 332.

BORGES, J. C. F. **Conceito de hereditariedade**: Diferentes concepções no interior do contexto social. 2004.103 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2004.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BUGALLO RODRÍGUEZ, A. La didáctica de la genética: Revisión Bibliográfica. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 13, n. 3, p. 379-385, nov.1995.

CAMARGO, S. S.; AMABIS, J. M. O ensino de biologia molecular em faculdades e escolas médias de São Paulo: Avaliação e implementação de estratégias para a aprendizagem com significado. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 47.º, 2001, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2001. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/47/474.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

CAMARGO, S. S. et. al. Meiose em 6 diferentes abordagens investigativas. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 48.º, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2002. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/48/en18.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

CAMPANARIO, J. M. y MOYA, A. Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 179-192, jun. 1999.

CANTIELLO, A. C.; TRIVELATO, S. L. F, Dificuldades de vestibulandos em questões de genética. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 48.º, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2002. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/48/en03.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

CONTIELLO, A. C. P., **O desenvolvimento dos estudantes do ensino médio em relação ao conceito de herança biológica a partir das provas vestibulares da FUVEST**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

DEWEY, J. Tradução e estudo preliminar por TEIXEIRA, A. S. **Vida e Educação**. 10.ª ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

EL-HANI, C. N. Controvérsias sobre o conceito de gene e suas implicações para o ensino de genética. In: ENPEC: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Resumos...**, Bauru: ABRAPEC – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. p. 154.

FABRÍCIO, M. de F. L. et al. Obstáculos à compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura. In: ENPEC: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Resumos...**, Bauru: ABRAPEC – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. p. 227.

GIL PÉREZ, D. et al. ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 503-12, 1999.

GOLDBACH, T; EL-HANI, C., MARTINS, R. C. Idéias sobre genes em revistas de divulgação científica e em glossários virtuais. In: ENPEC: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Resumos...**, Bauru: ABRAPEC – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. p. 195.

INOCÊNCIO, M. T. et al Doenças hereditárias e não-hereditárias – estratégias de ensino e incentivo. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 47.º, 2001, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2001. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/47/1426.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

JUSTINA, L. A. D. **Ensino de genética e história de conceitos relativos a hereditariedade**. 2001. 145 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

KATO, D. S. et al. Jogo da Trilha: uma prática pedagógica dinâmica no Ensino de Genética. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 49.º, 2003, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2003.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Edusp, 1987

_____. Ensino de Genética – passado, presente e futuro. In: O Ensino da Genética: passado, presente e futuro. **Anais do 18.º Encontro sobre Temas de Genética e Melhoramento**. Piracicaba/SP. 10 e 11 de outubro de 2001, p. 37 – 41.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

LICATTI, F.; DINIZ, R. E. da S. Concepções de professores de biologia sobre o ensino de evolução biológica em nível médio. In: ENPEC: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Resumos...**, Bauru: ABRAPEC – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. p. 146.

LOPES, F. M. B. L. et al. Obstáculos à apropriação dos conceitos de ciclo celular por alunos do Ensino Médio. In: ENPEC: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Resumos...**, Bauru: ABRAPEC – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. p. 227.

MARRERO, A. R.; MAESTRELLI, S. R. P. Qual a relação existente entre DNA, cromossomos e genes? Conceitos identificados entre alunos das fases iniciais de cursos da área da saúde na UFSC. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 47.º, 2001, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2001. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/47/791.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

MATOS, K. S. L de; VIEIRA, S. L. **Pesquisa Educacional: o prazer de conhecer**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, UECE, 2001.

MORENO, P. G. **Desenvolvimento e análise da utilização de um sistema interativo para a aprendizagem de Genética**. 2003. 135p. Dissertação (Ciências Biológicas – Genética) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://servicos.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=200326431001017016P1>>. Acesso em: 29 jan. 2006.

MORTIMER, E. F., Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v.4, n. 3, p.267- 285, 1995.

OMETTO-NASCIMENTO, T. A. et al. A evolução do ensino de genética no nível médio e a engenharia genética. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 47.º, 2001, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2001. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/47/1137.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

PAVAN, O. H. A experiência do Pró-Ciências CAPES/FAPESP e o Ensino de Genética. In: O Ensino da Genética: passado, presente e futuro. **Anais do 18.º Encontro sobre Temas de Genética e Melhoramento**. Piracicaba/SP. 10 e 11 de outubro de 2001, p. 1 – 6.

PICHININI-TEIXEIRA, M. L.; TOSTES, B. L.; GOMES, E. A. O ensino da genética e a construção de modelos. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 48.º, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2002. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/48/en06.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W., GERTZOG, W. A., Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v.66, p.211-27, 1982.

RIBAS, S. N.; SARMENTO, M. B.; RODRIGUEZ, R. C. C., Genética no Ensino Médio e as novas tecnologias. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 48.º, 2002, Águas de Lindóia. Resumos..., SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2002. Disponível em <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/48/en19.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

SANTOS, S., **Para Geneticistas e Educadores: o conhecimento cotidiano sobre herança biológica**. São Paulo: Editora Annablume, 2005.

SCHEID, N. M. J.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. A visão antropocêntrica como um elemento complicador do ensino de genética. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 48.º, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2002. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/48/en15.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

SIGÜENZA, M.; AUGUSTIN, F., Formación de modelos mentales en la resolución de problemas de genética. **Enseñanza de Las Ciências**, v. 18, n. 3, p.439-450, nov. 2000.

SILVEIRA, R. V. M.; OLIVEIRA, F. B. Avaliação da Atividade “Testando o DNA” – Uma nova proposta para o ensino de genética com temas atuais. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 47.º, 2001, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2001. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/47/1066.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

SMITH, M. U. Successful and unsuccessful problem solving in classical genetic pedigrees. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 25, n. 06, p.411-433, 1988.

SMITH, M. U.; SIMS JR., O. S. Cognitive development, genetics problem solving, and genetics instruction: a critical review. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 29, n. 07, p.701-713, 1992.

SOLHA, G. C. F.; SILVA, E. P. O conceito de gene e a sua apropriação por alunos universitários. In: I EREBIO – Novo milênio, novas práticas educacionais? 2001, Niterói/RJ. **Anais...**, p.230 – 234, 2001.

TRIVELATO, S. L. F. **O ensino de genética em uma escola de segundo grau**. 1987. 355 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

TRIVELATO, S. L. F.; MELLO, C. M.; MOTOKANE, M. T. Experimentando uma nova abordagem para o ensino de genética. In: Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, VIII, 1996, Florianópolis. **Anais...** v. 1, p. 192, 1996.

TURCINELLI, S. R. et al. A transmissão do conhecimento científico da universidade para a sociedade. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 47.º, 2001, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2001. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbqtteste/PDF/47/1107.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

VIDOTTO, A. et. al. A conversão do saber científico na área de genética em conteúdo de ensino: um exercício de análise. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 48.º, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...**, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2002. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbqtteste/PDF/48/en13.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2006.

WOOD-ROBINSON, C. et al. Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. **Enseñanza de Las Ciências**, v. 16, n. 1, p. 43-61, mar. 1998.

XAVIER, M. C.; MORAES, M. O. A introdução dos conceitos de biologia molecular e biotecnologia no ensino de genética no nível médio. Há espaço para a nova biologia? In: ENPEC: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Resumos...**, Bauru: ABRAPEC – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. p. 104.

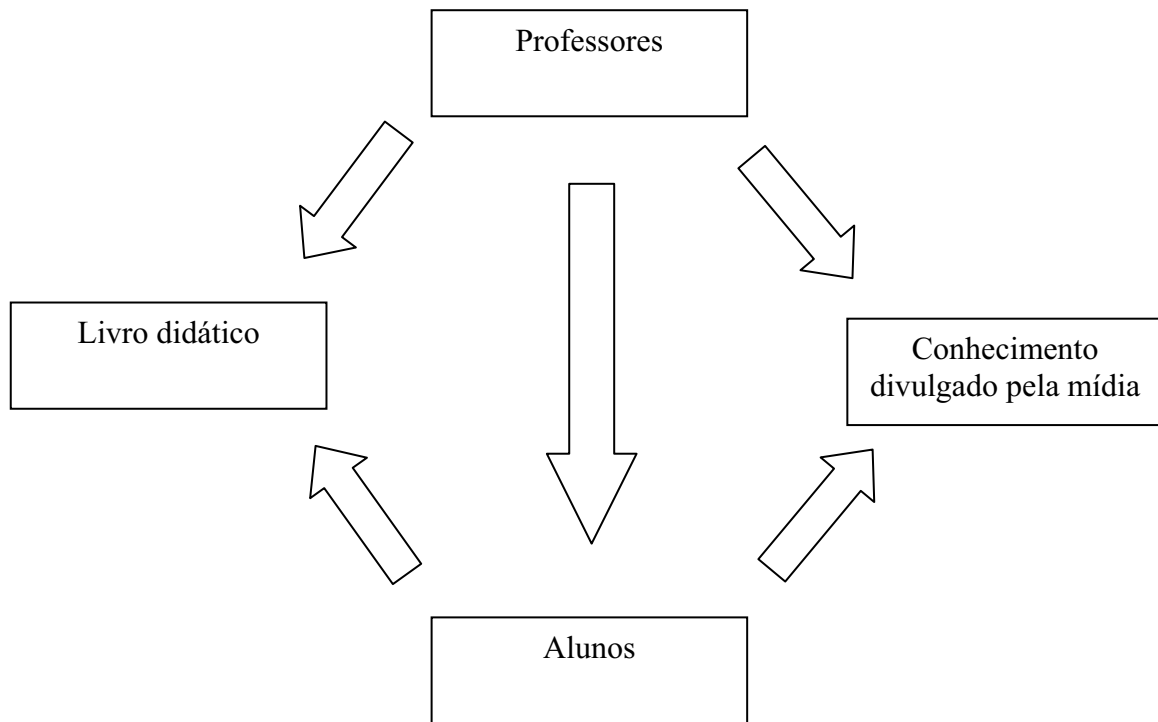
ZANTEN, A. V. Pesquisa qualitativa em educação: pertinência, validade e generalização. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 22, n. 01, p. 25-45, jan./jun. 2004. Disponível em: <<http://ced.ufsc.br/nucleos/nup/perspectiva.html>>. Acesso em: 22/jan. 2006.

ANEXOS

1. **Figura representativa das relações existentes entre as diversas mídias, professores, alunos e o conhecimento gerado, sem modificações tirada de Borges (2004)** 85
2. **Questionário aplicado aos concluintes do Ensino Médio** 86
3. **Questionário aplicado aos graduandos de Ciências Biológicas dos anos de 2004 e 2005** 87

*“Sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere
na busca, não aprendo, nem ensino.”
(Paulo Freire)*

ANEXO 1: Figura representativa das relações existentes entre as diversas mídias, professores, alunos e o conhecimento gerado, sem modificações tirada de Borges (2004)



(BORGES, 2004, p. 87)

ANEXO 2: Questionário aplicado aos concluintes do Ensino Médio



Faculdade de Ciências - Câmpus de Bauru



PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO ENSINO DE CIÊNCIAS

Mestrando: Luciano Rogério Destro Giacóia

Orientador: Prof. Dr. Jehud Bortolozzi

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Maria de Andrade Caldeira

O presente questionário destina-se a um levantamento de dados sobre o conhecimento de genética de alunos que estão em fase de conclusão do ensino médio ou que já vieram a concluí-lo. Pede-se que seja respondido com clareza e seriedade, para tanto não é preciso se identificar. A sua colaboração será muito valiosa para o crescimento da pesquisa na área de educação para a ciência.

Grato, Luciano Rogério Destro Giacóia

QUESTÕES

- 1 – O que são genes?
- 2 – Enuncie a 1 e a 2 Lei de Mendel.
- 3 – Quais as principais diferenças entre meiose e mitose?
- 4 – O que é herança parcialmente ligada ao sexo?
- 5 – O que são cromossomos e onde se localizam?
- 6 – O que são transgênicos?
- 7 – O que é clonagem?
- 8 – Somos brancos, negros, pardos; uns temos línguas que enrolam, outros não; nosso cabelo é liso ou encaracolado. (site Nova Escola 15/11/2005). No seu entender o que determina que nascamos com uma característica ou outra? Responda com suas próprias palavras.

RESPOSTAS

ANEXO 3: Questionário aplicado aos graduandos de Ciências Biológicas dos anos de 2004 e 2005

UNESP – F. C. – DEPTO. DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ____/____/____
I AVALIAÇÃO TEÓRICA DE GENÉTICA I – CURSO DE BIOLOGIA

NOME: _____

QUESTÕES TEÓRICAS

1. O que são genes?
2. Enuncie a 1.^a e 2.^a Lei de Mendel.
3. Quais as principais diferenças entre meiose e mitose?
4. O que é herança parcial ligada ao sexo?
5. O que são cromossomo e onde se localizam?
6. O que são genes ligados?
7. O que é epistasia?
8. Quanto mede em metros uma distância mapa?
9. O que são animais clonados e transgênicos?
10. O que vem a ser hidrogenética?