

A divulgação científica como estratégia de ensino dos principais conceitos básicos de genética

The popularization of science as a teaching strategy of the main basic concepts of genetics

RESENDE, T.A.¹ e KLAUTAU-GUIMARÃES, M.N.¹

1. UnB, Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro-Instituto de Biologia-Departamento de Genética.

Email: tatidosanjos@yahoo.com.br;nklautau@unb.br

Resumo

A Genética tem sido identificada como uma das áreas da biologia associada às maiores dificuldades de aprendizagem para os estudantes do ensino médio. Estudos de vários países detectaram que a compreensão da transmissão da informação genética através de processos como mitose, meiose e fecundação, é um assunto de baixa assimilação. Neste trabalho, a utilização de um questionário de avaliação do conhecimento prévio, evidenciou estes mesmos resultados em estudantes universitários. Foram desenvolvidas atividades com o livro “Clonagem - Fatos e Mitos” como estratégia de estímulo e facilitação dos principais conceitos básicos de genética. Após essas atividades, as respostas ao mesmo questionário apresentaram um aumento de 35,5% na compreensão dos conceitos básicos, um maior domínio do assunto, coerência na utilização de termos biológicos e respostas mais estruturadas. Essa estratégia facilitou o aprendizado além de, agir como uma ferramenta motivadora para contextualizar esses conhecimentos com as aplicações da clonagem e células-tronco.

Palavras-chave: ensino de genética, estratégia de aprendizagem, leitura de divulgação científica.

Abstract

Genetics has been pointed out as one of the areas in biology as a subject that high school level kids have most difficulty in learning. According to the literature, the comprehension of the transmission of genetic information through processes like mitosis, meiosis, and fertilization is a subject of troublesome assimilation by students from many different countries. Herein, the answers to a questionnaire that evaluated previous knowledge on these subjects by a first group of college students indicated the same difficulties among them, a fact that has also been observed in other countries. The book “Clonagem – Fatos e Mitos” (free translation: “Cloning – Facts and Miths”) was then used as a base for activities aiming to stimulate and improve the learning of basic genetics concepts by a second group of students. Later evaluation using the same questionnaire on that second group has pointed out an improvement of 35.5% in the comprehension and a better consistency in the use of basic terms. Such results allow us to assume that this strategy proved efficient as a teaching tool, making the learning of the subject easier. Furthermore, the book seemed to motivate the student, as it brings contents that appear on daily life, like cloning and stem cells, into context.

Keywords: education in genetics, learning strategy, scientific disclosure.

Introdução

O ensino de genética tem sido um dos tópicos mais investigados devido a uma variedade de fatores, que se estendem da relevância social e econômica da genética, com todas as implicações tecnológicas, sociais e éticas envolvidas, à sua importância na estrutura conceitual das ciências biológicas (RODRÍGUEZ, 1995; LEWIS; WOOD-ROBINSON, 2000; BANET; AYUSO, 2003). Outra razão pela qual o ensino de genética se reveste de importância diz respeito ao fato de que uma série de tópicos da biologia tem como uma de suas bases os conceitos de herança e o entendimento do fluxo gênico, como é o caso do estudo da evolução e da diversidade dos seres vivos (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1992; BANET; AYUSO, 2003).

São grandes os avanços na área da genética e isso torna muito difícil para os professores do Ensino Médio manter-se sempre atualizados (RIBAS *et al.*, 2002). Muitas vezes, o conteúdo ensinado na escola não acompanha esse avanço, o que pode originar erros conceituais no aprendizado do aluno (VIDOTTO *et al.*, 2002).

Contudo, em paralelo à importância atribuída ao ensino de genética, têm sido ressaltadas inúmeras dificuldades associadas, sendo esta temática considerada uma das mais difíceis de ensinar e aprender, tanto no ensino médio quanto no universitário (STEWART, 1983; BANET; AYUSO, 2003; GRIFFITHS; MAYER-SMITH, 2000). A compreensão dos conceitos básicos da transmissão da informação genética, dentro e entre os organismos, não é bem assimilada como também, há muita dificuldade na relação entre as estruturas básicas envolvidas (genes, cromossomos e células). A evidência de muitas concepções e ampla confusão sobre os mecanismos pelo qual a informação genética é transmitida de célula a célula e entre as gerações, ressalta a falta de preparação de estudantes para a formação de futuros cientistas e/ou preparação do cidadão para fazer a relação da ciência na sua vida pessoal e na sociedade (LEWIS *et al.*, 2000a, 2000b, 2000c, 2000d; WOOD-ROBINSON, 2000).

Knippels *et al.* (2005), referem que um dos principais problemas do ensino e aprendizagem de genética está relacionado com a sua natureza abstrata e com uma alienação dos fenômenos biológicos reais, que se deve a uma falta de relação entre herança mendeliana, reprodução sexual e meiose em particular. De fato, a meiose é uma das dificuldades mais citadas em estudos de diferentes países, assim como a sua relação com reprodução e ciclos de vida (BANET; AYUSO, 1995; GRIFFITHS; MAYER-SMITH, 2000; LEWIS, 2004). Os trabalhos de Cid & Neto (2005) e Klautau-Guimarães *et al.* (2009), abordaram o tópico de hereditariedade concluindo que as maiores dificuldades dos alunos estavam associadas à compreensão e relação entre mitose, meiose, fecundação e continuidade da informação genética. Foi também sugerido que as concepções alternativas a esse conhecimento são devidas, em alguma medida, aos conteúdos apresentados por livros didáticos (TOLMAN, 1982; CHO *et al.*, 1985), tais como, o uso errôneo e ambíguo de termos da genética, como, por exemplo, o uso indiscriminado de “gene” e “alelo”, sem esclarecer as diferenças de significado entre os dois termos (CHO *et al.*, 1985); a confusão entre os significados de termos como “mutação” e “ligação” na linguagem cotidiana e na linguagem técnica da genética (ALBADALEJO; LUCAS, 1988; KINNEAR, 1991), assim como a falta de precisão ao se aplicar os termos “código genético” – expressando as relações entre códons e aminoácidos - e “mensagem/informação genética”, referindo-se a certa sequência de nucleotídeos específica (LEWIS, 2004).

Uma das potenciais barreiras ao desenvolvimento da compreensão científica dos fenômenos genéticos parece estar relacionada com as concepções prévias dos alunos (LEWIS, 2004). É reconhecido que as pessoas possuem concepções alternativas sobre os conceitos científicos, e que apesar do desenvolvimento da genética, os fenômenos hereditários ainda são explicados

com base no cotidiano e em idéias de senso comum (SANTOS, 2005). A desvinculação da ciência com o dia-a-dia necessita de pesquisas que se aprofundem nesta questão, tendo em vista explorar as causas e efeitos da relação quase inexistente entre ciência e cotidiano e, posteriormente, determinar possíveis estratégias para solucionar os problemas em questão.

É importante buscar conhecimento sobre a origem das dificuldades de compreensão e de aprendizagem dos estudantes universitários, para desenhar metodologias de ensino mais efetivas (GRIFFITHS; MAYER-SMITH, 2000). A utilização de ferramentas para tornar o processo de aprendizagem mais efetiva e dinâmica é importante, pois contribui para a cognição dos estudantes, proporcionando seu maior envolvimento (PAVAN *et al.*, 1998).

Uma das estratégias adotadas para facilitar o aprendizado da genética é fomentar a leitura de livros e artigos de divulgação científica em contraste com a atual oferta dos textos de livros didáticos (PADILHA *et al.*, 2009; MARTINS *et al.*, 2004). Além de ser uma alternativa para o professor fugir dos textos carregados de informações formais (ALMEIDA, 1998).

O livro de divulgação científica, “Clonagem - Fatos e Mitos” (PEREIRA, 2002), narra de maneira estimulante e abrangente os aspectos biológicos da clonagem, elucidando a relação do processo da meiose com a transmissão das características hereditárias, reprodução sexual, formação dos gametas e geração da diversidade. Além disso, descreve o desenvolvimento do conhecimento científico sobre a clonagem, sua aplicação na reprodução humana, na medicina e suas principais questões éticas.

Objetivos

Identificar e avaliar o conhecimento prévio de estudantes universitários da relação entre reprodução, variação e transmissão da informação genética.

Avaliar a utilização de um livro de divulgação científica, Clonagem: fatos e mitos (PEREIRA, 2002) como estratégia auxiliar no ensino dos principais conceitos básicos de genética para estudantes universitários.

Material & Métodos

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas, totalizando 182 estudantes de graduação dos cursos de Enfermagem e Farmácia durante os anos de 2009, 2010 e 2011. Os estudantes foram esclarecidos sobre a pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Na primeira etapa foi aplicada uma avaliação sobre o conhecimento prévio de 102 estudantes. As aulas tradicionais sobre as bases genéticas da hereditariedade foram aplicadas e na segunda etapa, a mesma avaliação foi realizada com 80 estudantes, após a leitura e atividades desenvolvidas com o livro.

A estratégia utilizada para avaliar o conhecimento dos conceitos básicos de genética nas duas etapas foi à aplicação de um questionário baseado no trabalho de Lewis *et al.* (2000) e utilizado em Klautau-Guimarães *et al.* (2010). O questionário consiste de 4 questões objetivas com justificativas e 2 questões dissertativas (Anexo 1). As questões objetivas versam sobre a comparação do material genético entre: duas células da mucosa oral; uma célula da mucosa oral e uma célula nervosa; uma célula da mucosa oral e um espermatozóide; e dois espermatozóides. As dissertativas questionam sobre as variações no material genético que se recebe e se transmite; e sobre as variações do material genético entre irmãos. As respostas dos alunos foram recolhidas, transcritas integralmente e analisadas qualitativamente, de acordo com os conhecimentos requeridos sobre a relação da reprodução celular, herança e variação do material genético.

As atividades desenvolvidas com o livro após a leitura individual consistiram em discussão e socialização em grupo do conteúdo das quatro partes do livro, na qual foram tratados a base teórica de genética, o lado construtivo da ciência da clonagem humana e questões éticas. Em uma segunda etapa, aplicou-se um exercício afim de, estimular e potencializar a associação dos conceitos básicos de genética com a clonagem. E por último, os estudantes opinaram sobre a atividade.

Resultados e Discussão

Na avaliação do conhecimento prévio (Figura 1), o gráfico representa a frequência das respostas obtidas no questionário sobre a comparação de diferentes células de um mesmo indivíduo. Foram encontradas 62% de respostas certas, 25% de respostas erradas e 12% de respostas em branco e/ou que não sabiam. Das 62% de respostas certas somente 5,5% justificaram corretamente. Um resultado preocupante, uma vez que se espera dos alunos que já concluíram o ensino médio, detenham conceitos básicos sobre a reprodução celular e genética. Por outro lado, espera-se também que indivíduos que tenham elegido carreiras universitárias na área de ciências da vida, tenham este conhecimento ainda mais sedimentado. A análise das justificativas mostrou que a maioria dos estudantes não foi capaz de apresentar suas idéias de maneira lógica e conexa. Observa-se grande frequência de idéias errôneas e confusas, sobre a relação do material genético em células diferentes de um mesmo indivíduo, associando principalmente à função e/ou localização da célula (Tabela 1). Assim como a falta de precisão ao se aplicar os termos “código genético” e “informação genética”, referindo-se várias vezes como sinônimas.

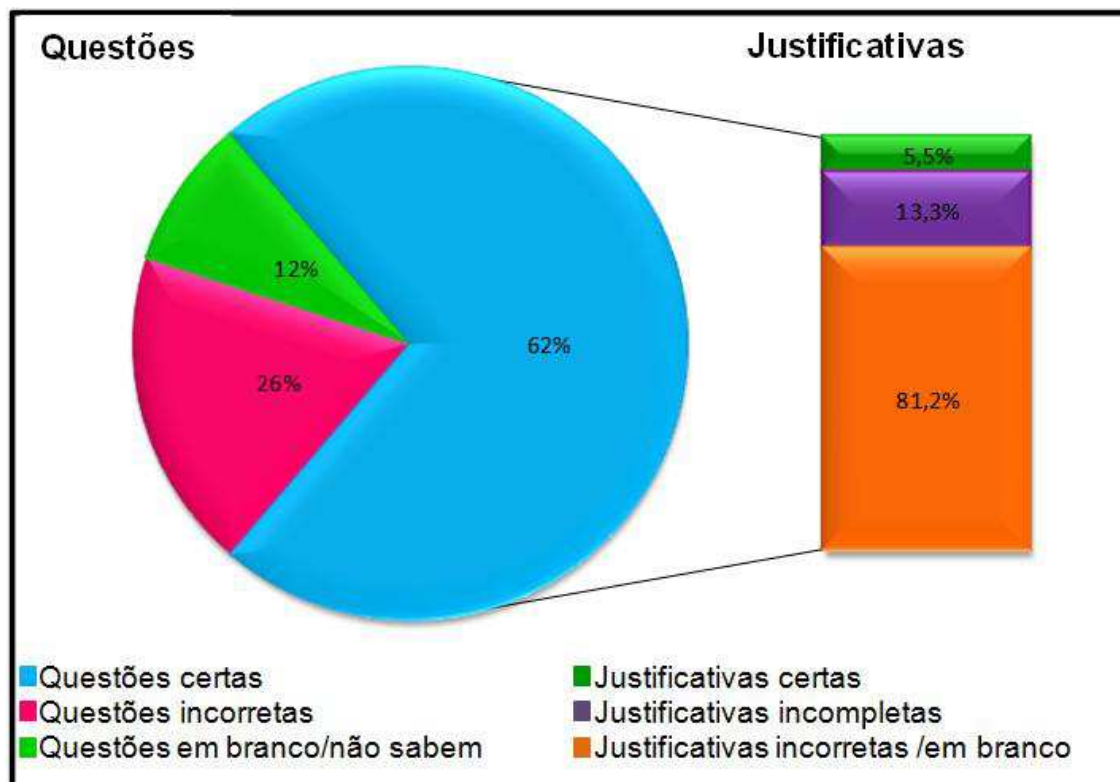


Figura 1: Gráfico apresentando a frequência das questões objetivas da fase 1.

Questões	Justificativas mais apresentadas
1 - Comparação entre células do mesmo tecido	76,5% atribuem mesma informação genética por terem mesma origem e/ou mesma função;
2 - Comparação entre células somáticas de tecidos diferentes	77,5% atribuem diferença na informação genética devido a distintas funções e/ou locais de origem;
3 - Comparação entre célula somática e germinativa	26,4% atribuem diferença na informação genética devido SOMENTE por uma ser haplóide e outra diplóide;
4 - Comparação entre células germinativas	27,5% atribuem mesma informação genética que tenham mesma origem e/ou mesma função;

Tabela 1: Frequência das justificativas obtidas no questionário.

Na segunda etapa, realizada com os estudantes que desenvolveram as atividades do livro, observou-se um melhor entendimento da relação entre os principais conceitos de genética considerados de difícil compreensão. Estes estudantes apresentaram respostas mais completas e estruturadas, sobre a relação do material genético em células diferentes de um mesmo indivíduo. Notou-se principalmente a associação aos fenômenos de mitose e meiose, e com a formação de gametas e/ou reprodução sexuada. Observa-se 84% de respostas certas, 10% de respostas erradas, e 6% de respostas em branco e/ou que não sabiam. Das 84% respostas certas, 41% justificaram corretamente, 32% justificaram com respostas incompletas e 27% justificaram incorretamente ou deixaram em branco (Figura 2). As justificativas foram apresentadas de forma mais elaboradas e conexas, mostrando que os estudantes estabeleceram relações entre mitose e meiose, assim como a transmissão da informação genética.

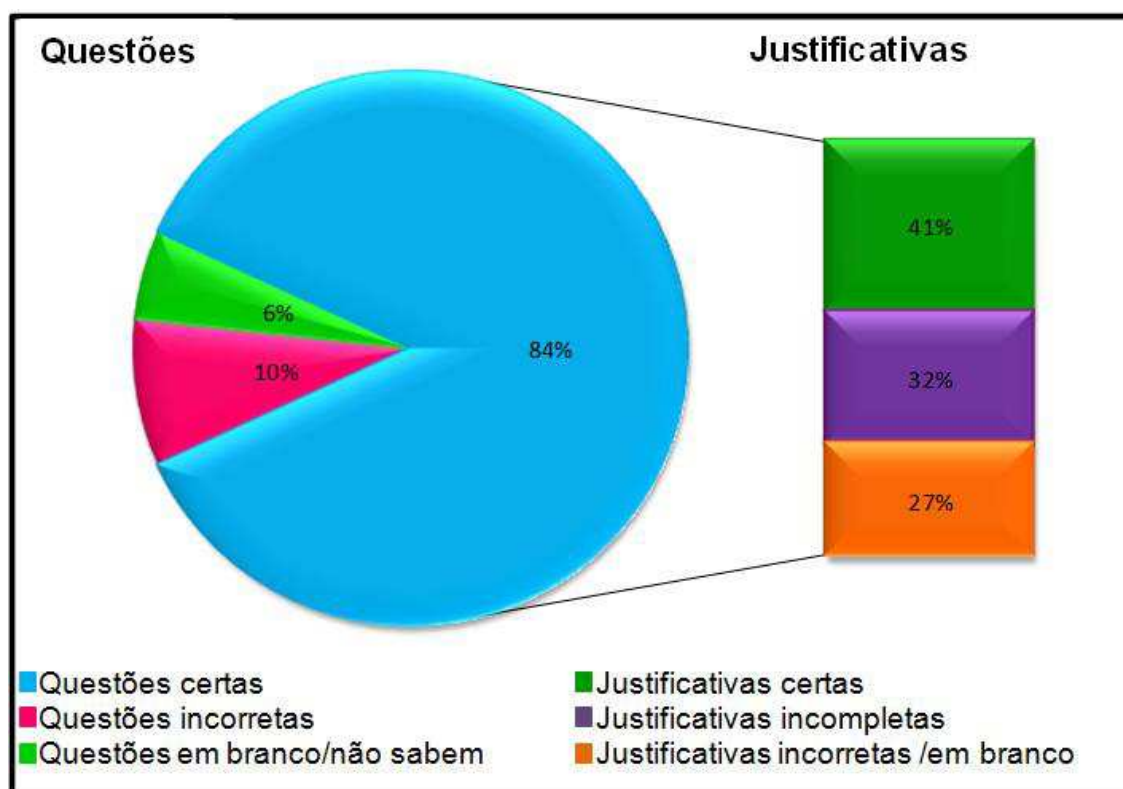


Figura 2: Gráfico apresentando a frequência relativa das questões objetivas da fase 2.

Na avaliação das questões dissertativas do conhecimento prévio na primeira etapa, nota-se certa dificuldade por parte dos estudantes no que diz respeito à utilização de termos

biológicos adequados, além das respostas pouco estruturadas. Como apresentado na figura 3, somente 14% responderam e justificaram corretamente, 29% apresentaram justificativas incompletas e 57% responderam e justificaram incorretamente ou deixaram em branco. A base das diferenças entre a informação genética recebida e transmitida, na maioria dos casos é justificada somente pela idéia de que “metade” do material genético de cada progenitor é transmitida aos descendentes. A maioria dos estudantes apresentou uma explicação generalista ou de senso comum para as diferenças entre irmãos, utilizando os termos: “combinações diferentes” ou “fenômenos de variabilidade” sem explicar as bases biológicas. Passa-se a idéia de termos memorizados. Poucas respostas referiram explicitamente ao fenômeno de meiose, sendo pouco frequente a associação com a formação de gametas e/ou reprodução sexuada, muito menos sobre os eventos que promovem a variação no material genético. As mutações são referidas como a principal causa das diferenças.

Na avaliação das questões dissertativas dos estudantes que desenvolveram as atividades com o livro (fase 2), nota-se maior domínio do assunto, coerência na utilização de termos biológicos adequados e respostas mais estruturadas. A figura 3 apresenta que 36% responderam e justificaram corretamente, 53% apresentaram justificativas incompletas e somente 11% responderam e justificaram incorretamente ou deixaram em branco.

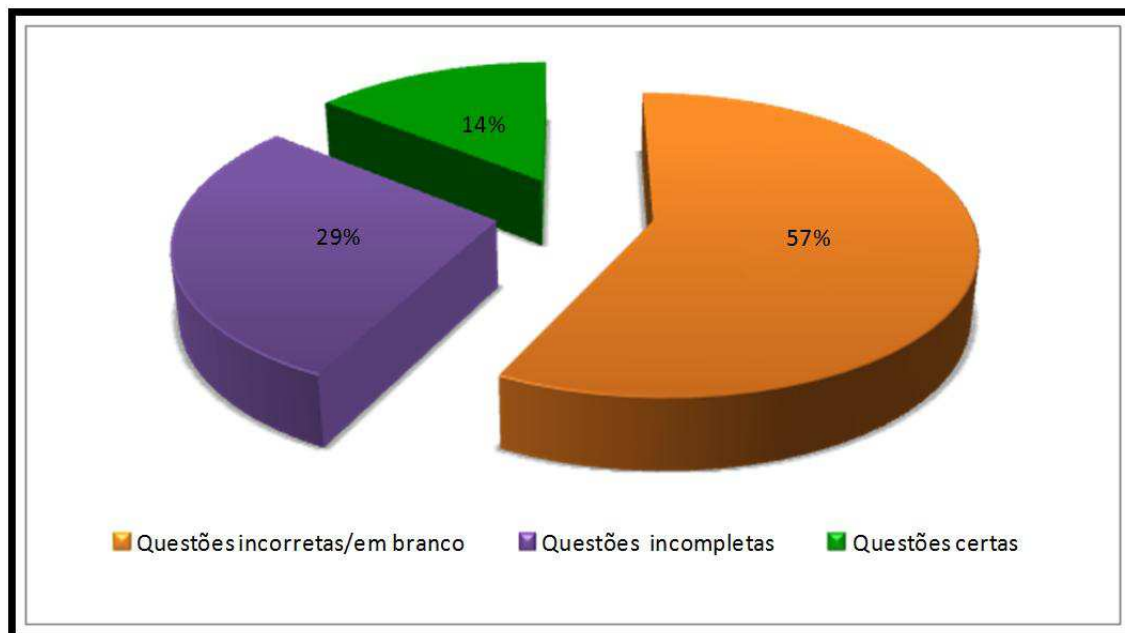


Figura 3: Gráfico apresentando a frequência das questões dissertativas da fase 1.

Quanto às questões objetivas, comparando as duas etapas (antes e depois da utilização do livro), os resultados mostraram que houve um aumento de 22% em respostas certas. Mais importante que responder certo é entender e justificar a questão, e a respeito disso houve um aumento de 35,5% de justificativas corretas. Além de diminuir a frequência relativa de respostas incorretas e questões em branco/não sabem, a frequência de justificativas incompletas aumentou, demonstrando que os estudantes entenderam pelo menos alguns dos eventos responsáveis pela transmissão da informação genética nas células de um mesmo indivíduo.

É interessante ressaltar que a maior dificuldade dos estudantes se refere em explicar a diferença entre dois gametas (Questão 4), persistindo ainda em menor frequência mesmo depois das atividades com o livro. As justificativas mais apresentadas, comparando duas células germinativas de uma mesma pessoa, foram de que elas possuem a mesma informação

genética devido à mesma origem e mesma função. Uma análise geral indica que essa associação estava presente em quase todas as respostas incorretas.

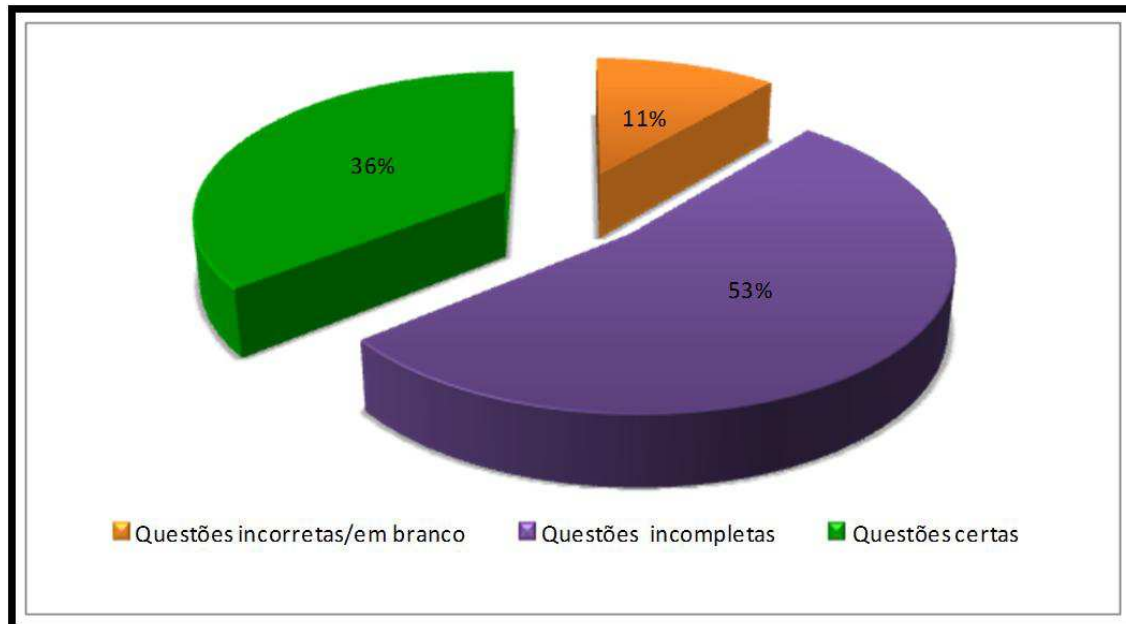


Figura 4: Gráfico apresentando a frequência relativa das questões dissertativas da fase 2.

Quanto às questões discursivas, comparando as duas etapas (antes e depois da utilização do livro), observa-se um aumento de 22% de justificativas certas e redução de 46% de respostas erradas. Apesar da frequência alta de justificativas incompletas, percebe-se que os estudantes entenderam pelo menos alguns dos eventos do processo da meiose, principalmente a geração de gametas diferentes. Muitas respostas referiam-se explicitamente ao fenômeno de meiose, com a ocorrência de *crossing over* e a segregação independente.

Os resultados encontrados no trabalho, a respeito das dificuldades dos estudantes sobre a compreensão e relação entre mitose, meiose, fecundação e transmissão da informação genética, corroboram com a literatura (KNIPPELS *et al.*, 2005; BANET; AYUSO, 1995; GRIFFITHS; MAYER-SMITH, 2000; LEWIS, 2004). As estratégias adotadas com o livro “Clonagem - Fatos e Mitos” demonstraram ser um recurso didático eficiente, na formação de estudantes de graduação, pois focaliza a importância do entendimento das bases biológicas da herança para futura aplicação das metodologias de clonagem e células-tronco. Este mesmo livro foi utilizado também como recurso didático para trabalhar as bases científicas da clonagem, para compreender o que é fato e o que é mito e as complexas relações da ciência e sociedade (CABRAL, 2003).

Na opinião escrita pelos estudantes, a grande maioria dos alunos reforçou a importância da utilização do livro em questão. Muitos consideraram o material utilizado uma fonte alternativa de estudo, sendo útil para lembrar e reforçar determinados conceitos. Em suma, a opinião geral é que o livro, de uma forma simples e objetiva, conseguiu despertar a curiosidade, transmitir de forma criativa e atrativa conceitos e novidades científicas.

A leitura de livros e artigos de divulgação científica pode estimular e atualizar tanto professores como estudantes de graduação, entretanto, uma das competências desejáveis em estudantes universitários é a de comunicar o conhecimento científico. Com esse objetivo, o livro de James Watson “DNA: o segredo da vida” foi utilizado com sucesso para a formação de futuros professores na construção, elaboração e divulgação do conhecimento da genética ao público leigo (PADILHA *et al.*, 2009).

Martins *et al.* (2004) relata, em um contexto do ensino médio, que a estratégia de utilização de textos de divulgação científica sobre clonagem funcionou como elemento estruturador, ajudando a motivar perguntas e organizar explicações. Os autores ressaltam a importância da atuação do professor tanto na re-elaboração dos conteúdos científicos apresentados pelo texto, como também outros tipos de mediações didáticas.

Conclusão

De acordo com o exposto no presente trabalho, a utilização deste livro, como recurso didático adicional, facilitou o entendimento dos estudantes sobre os principais conceitos básicos de genética, principalmente na organização escrita do conhecimento adquirido. Além de outras experiências que os estudantes possam ter vivenciado, essa estratégia agiu como uma ferramenta motivadora para contextualizar esses conhecimentos com as aplicações da clonagem e células-tronco. Assim, as atividades desenvolvidas com o livro “Clonagem - Fatos e Mitos” permitem considerá-las como um recurso promotor de uma aprendizagem mais ativa e significativa.

Referências

- ALBADALEJO, C.; LUCAS, A. Pupil's meanings for “mutation”. *Journal of Biological Education*, v.22, p.215-219, 1988.
- BANET, E.; AYUSO, G. E. Introducción a la genética em la enseñanza secundaria y bachillerato: I- Contenidos de la enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciências*, v.13, n.2, p.137-153, 1995.
- BANET, E.; AYUSO, G. E. Teaching of Biological Inheritance and Evolution of Living Beings in Secondary School. *International Journal of Science Education*, v.25, p.373-407, 2003.
- CABRAL, C.G. Espelho, espelho meu: a clonagem em um livro de divulgação científica. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2003, Bauru-SP. Atas. Bauru: Associação Brasileira em Educação em Ciências, 2003.
- CHO, H.M.; KAHLE, J.B.; NORDLAND, F.H. An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science Education*, v.69, p.707-719, 1985.
- CID, M.; NETO, A.J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. *Enseñanza de las Ciências*, número extra, VII Congresso, 2005.
- GIORDAN, A.; VECCHI, G. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Tradução Bruno Charles Magne. 3.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 222 p.
- GRIFFITHS, A.J.F.; MAYER-SMITH, J. Understanding genetics. Strategies for teachers and learners in Universities and High Schools. *WH Freeman and Company*, New York, 2000.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. Thinking about theories or thinking with theories? A classroom study with Natural Selection. *International Journal of Science Education*, v.14, p. 51-61, 1992.
- KINNEAR, J.F. Using a historical perspective to enrich the teaching of linkage in Genetics. *Science Education*, v.75, p.69-85, 1991.

- KLAUTAU-GUIMARAES, M.N. *et al.* Diferentes células de um mesmo indivíduo apresentam a mesma informação genética? A compreensão de estudantes do ensino médio e universitário. *Revista da SBEnBio*, v.03, p.621-630, 2010.
- KLAUTAU-GUIMARAES, M.N. *et al.* Relação entre herança genética, reprodução e meiose: um estudo das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal, *VIII Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, 2009.
- KNIPPELS, M.P.J., WAARLO, A.J.; BOERSMA, K.T. Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, v.39, n.3, p.108-112, 2005.
- LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. All in the genes? - Young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, v.34, p.74–79, 2000a.
- LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. What's in a cell? - Young people's understanding of the genetic relationship between cells within an individual. *Journal of Biological Education*, v.34, p.129-132, 2000b.
- LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. Chromosomes: the missing link - Young people's understanding of mitosis, meiosis and fertilization. *Journal of Biological Education*, v.34, p.189–199, 2000c.
- LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, v.35, n.1, p.29-35, 2000d.
- LEWIS, J. Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understanding of genetics. *International Journal of Science Education*, v.26, n.2, p.195-206, 2004.
- LEWIS, J.; WOOD-ROBINSON, C. Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, v.22, p.177-195, 2000.
- MARTINS, I. *et al.* Clonagem na sala de aula: Um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.9, n.1, p.95-111, 2004.
- PADILHA, I.Q.M. *et al.* O cortinão do Watson - Construindo a competência para o conhecimento científico. *Genética na escola*, v.04, n.02, p.01-04, 2009.
- PAVAN, O.H.O. *et al.* *Evoluindo genética: um jogo educativo*. 1.ed. Campinas: Ed.Unicamp, 1998.
- PEREIRA, L.V. *Clonagem - Fatos e Mitos*. São Paulo: Ed. Moderna, 2002. 80p.
- RIBAS, S. N.; SARMENTO, M. B.; RODRIGUEZ, R. C. C., *Genética no Ensino Médio e as novas tecnologias*. In: 48º CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 2002, Águas de Lindóia-SP. *Resumos*. Águas de Lindóia, 2002.
- RODRÍGUEZ, B.A. La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, v.13, p.397-385, 1995.
- SANTOS, S. Para geneticistas e educadores: o conhecimento cotidiano sobre herança biológica. Ed. Anablume, Fapesp e Sociedade Brasileira de Genética, 2005.
- 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, 2000.
- STEWART, J. Student problem solving in high school Genetics. *Science Education*, v.67, p.523-540, 1983.

TOLMAN, R.R. Difficulties in genetics problem solving. *The American Biology Teacher* v.44, p.525-527, 1982.

VIDOTTO, A. et. al. A conversão do saber científico na área de genética em conteúdo de ensino: um exercício de análise. In: 48º CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 2002, Águas de Lindóia-SP. Resumos. Águas de Lindóia, 2002.

WOOD-ROBINSON, C.; LEWIS, J.; LEACH, J. Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, v.35, n.1, p.29-36, 2000.

Anexo 1

Questionário aplicado visando a avaliação dos conceitos relativos à composição da informação genética em diferentes células de um mesmo indivíduo

Responda as questões abaixo sobre os diferentes tipos de células da mesma pessoa. Marque um dos itens e justifique sua resposta.

1- Considerando duas células da mucosa oral de João pode-se afirmar que a informação genética nelas é:

a mesma diferente não sei

Favor justificar sua resposta

2- Considerando uma célula da mucosa oral de João e uma célula nervosa de João pode-se afirmar que a informação genética nelas é:

a mesma diferente não sei

Favor justificar sua resposta

3- Considerando uma célula da mucosa oral de João e um espermatozóide do João pode-se afirmar que a informação genética nelas é:

a mesma diferente não sei

Favor justificar sua resposta

4- Considerando dois espermatozóides do João pode-se afirmar que a informação genética neles é:

a mesma diferente não sei

Favor justificar sua resposta

5- A informação genética que você recebe é igual ao que você transmite aos seus descendentes? Por quê?

6- Se os filhos recebem parte da informação genética de cada um dos seus genitores, por que os irmãos não são idênticos?

