

# CONTEÚDOS BÁSICOS DE GENÉTICA PARA O ENSINO MÉDIO: COMPARANDO AS OPINIÕES DOS PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA, DOS DOCENTES DO ENSINO SUPERIOR E DOS DOCUMENTOS CURRICULARES ESTADUAIS

Fernanda Franzolin  
*Universidade Estadual de Londrina*

**RESUMO:** Esta pesquisa teve como objetivo: 1) investigar quais são os conhecimentos básicos que os alunos deveriam saber sobre Genética ao final do Ensino Médio para se tornarem cidadãos críticos, segundo professores deste nível de ensino e docentes universitários que lecionam disciplinas da área; e 2) verificar se esses conteúdos são contemplados pelas propostas curriculares estaduais dos dois contextos estudados: São Paulo (Brasil) e Michigan (EUA). Para a coleta de dados, realizaram-se entrevistas e a análise dos referidos documentos. Verificou-se que os tópicos mais citados como básicos pelos entrevistados são contemplados nas propostas curriculares. Todavia, notaram-se diferentes opiniões sobre o ensino das aplicações da Genética e a necessidade de se dedicar mais atenção ao ensino de características complexas.

**PALAVRAS CHAVE:** Ensino de Genética, currículo, Ensino Médio

## **OBJETIVOS**

A presente pesquisa procurou: 1) identificar os conhecimentos básicos que os alunos deveriam saber sobre Genética ao final do Ensino Médio para se tornarem cidadãos críticos, segundo professores deste nível de ensino e docentes universitários que lecionam disciplinas da área e; 2) verificar se esses tópicos são contemplados pelas propostas curriculares estaduais dos dois contextos estudados: São Paulo (Brasil) e Michigan (EUA).

---

## MARCO TEÓRICO

Com o avanço da Genética, novas discussões surgiram sobre a inclusão de seus conhecimentos nos currículos da educação básica.

Uma das preocupações seria o ensino sobre a biotecnologia. Essa é uma preocupação de autores como Xavier, Freire e Moraes (2006), Nascimento (2005) e Ayuso e Banet (2002). Para Ayuso e Banet (2002), esses assuntos se proliferam em notícias presentes nos meios de comunicação e, portanto, deveriam ser trabalhados paralelamente a outros conteúdos relacionados da área.

Outra preocupação seria quanto ao ensino de características complexas. Com o avanço do Projeto Genoma Humano, muitas características complexas passaram a ser compreendidas. Desse modo, autores como Dougherty (2009), Bizzo (1998) e Camargo e Infante-Malaquias (2007) defendem a importância de abordá-las e não apenas restringir o ensino à herança monogênica.

Dessa forma, considerou-se importante saber a opinião de professores do Ensino Médio e docentes universitários que formam esses professores a respeito de quais conteúdos devem ser ensinados para os alunos dos anos finais da educação básica. Além disso, julgou-se relevante verificar se os documentos oficiais abordam esses tópicos concebidos como básicos.

## METODOLOGIA

Foram realizadas entrevistas em dois contextos, compondo uma amostra de 24 participantes.

No primeiro contexto, foram entrevistados seis docentes das disciplinas de Genética e Biologia Molecular da Universidade de São Paulo (USP) e seis professores de Biologia de Ensino Médio de escolas da cidade de São Paulo.

Pretendia-se verificar se os resultados obtidos são aplicáveis a um contexto específico ou se podem ser aplicados a contextos diferentes. Portanto, em um segundo contexto, entrevistaram-se seis docentes da Western Michigan University (WMU) e seis professores da cidade que sedia seu principal campus, Kalamazoo (Michigan, EUA).

A amostra foi determinada utilizando o critério da máxima variação (PATTON, 1990), ou seja, focou-se em poucos casos, porém os mais diferentes possíveis, procurando evitar vieses. Para tanto, utilizaram-se resultados de avaliações institucionais para selecionar professores de escolas com diferentes resultados de desempenho de seus alunos e entrevistar tanto docentes que lecionam a disciplina Genética quanto a disciplina Biologia Molecular, evitando-se uma possível tendência em valorizar a Genética Clássica.

A pergunta inicial da entrevista era aberta, sobre quais os tópicos de Genética os entrevistados consideravam básicos para que os alunos do Ensino Médio se tornassem cidadãos críticos. Posteriormente, percebendo-se uma dicotomia de opiniões sobre o ensino sobre a Biotecnologia, procurou-se também verificar a opinião dos entrevistados a respeito da inclusão desse tópico no currículo.

Sendo alguns conteúdos considerados básicos pela maioria dos entrevistados, verificou-se se eram contemplados pela Proposta Curricular do Estado de São Paulo (São Paulo, 2008) e pelo currículo de Michigan, Michigan Merit Curriculum (Michigan, 2006).

## RESULTADOS

Durante as entrevistas, um quarto da amostra de professores (3 participantes) disseram explicitamente que basearam a escolha dos conteúdos considerados como básicos no currículo estadual local, sendo um professor de São Paulo e duas professoras de Kalamazoo. Dois desses entrevistados (um de cada contexto) justificam que é importante se ensinar tais tópicos justamente por estarem nesses documentos.

---

Observou-se também que conteúdos preponderantemente mencionados pelos entrevistados no Brasil encontram-se na Proposta Curricular do Estado de São Paulo, tais como: *meiose, padrões de herança (leis de Mendel)*, conteúdos relacionados à *genética molecular (estrutura e atuação do DNA; RNA e tradução; código genético; síntese de proteínas e biotecnologia)*.

Já o currículo de Michigan divide os conteúdos em três categorias: 1) *essenciais*, os quais todos os alunos devem aprender, independentemente das disciplinas cursadas na *High School*, sendo essenciais para a sua graduação nesse nível de ensino e avaliados pelo Michigan Merit Examination (MME); 2) *centrais*, cobrados dos alunos que cursam disciplinas específicas relacionadas à área, mas não avaliados no MME; e 3) *recomendados*, desejáveis para estudos avançados na disciplina, mas nem cobrados nas avaliações do MME nem requisitos para obtenção de crédito nas disciplinas mais específicas relacionadas à área.

Dentre os conteúdos mais citados como básicos pelos entrevistados de Kalamazoo e considerados nesse documento como *essenciais* estão tópicos de *Genética Molecular (Estrutura do DNA, Função do DNA, Mutações)* e informações sobre *Gene e Divisão Celular*. Já entre os *centrais* estão os *Padrões de Herança (leis mendelianas e diferenças entre características dominantes, recessivas, codominantes, poligênicas e ligadas ao sexo); Replicação do DNA, Síntese Proteica*; e tópicos relacionados à *Biotecnologia* (especificamente o reconhecimento de que as técnicas de Engenharia Genética possuem grande potencial e responsabilidades).

Já os tópicos *avaliar as vantagens e desvantagens da manipulação humana do DNA e como a tecnologia do DNA recombinante permite aos cientistas analisar a estrutura e função dos genes* aparecem apenas entre os *recomendados*.

Durante as entrevistas, percebeu-se uma dicotomia de opiniões entre os entrevistados a respeito do ensino de tópicos sobre Biotecnologia. Quando se perguntou especificamente sobre eles, a maioria dos entrevistados considerou importante ensiná-los, principalmente pela relevância de os alunos compreenderem as informações em seu cotidiano.

Entretanto, metade dos docentes de São Paulo considera que tais conteúdos propiciariam uma sobrecarga de tópicos, resultando em um trabalho superficial tanto dos assuntos ligados à Biotecnologia como de aspectos mais elementares da Genética. São conteúdos difíceis para o aluno, que acaba não os aprendendo e perdendo a oportunidade de compreender outros elementares. Outros autores também identificaram essas dificuldades dos estudantes (Ayuso & Banet, 2002). Além disso, metade dos professores entrevistados em Kalamazoo mostraram não dar a mesma importância para esses e os demais tópicos.

No ano de 2010, foi elaborado no Estado de Michigan um documento contendo os conteúdos prioritários, o *High School Science Priority Expectations for the Next Generation of Science Standards*. Sua elaboração ocorreu devido aos padrões (*standards*) estabelecidos no documento curricular de Michigan serem considerados numerosos e amplos. Tais características estariam dificultando o estabelecimento de relações entre os conteúdos centrais (ISD/RESA/RESA COLLABORATIVE, 2010).

Quase todos os conhecimentos preponderantemente mencionados como básicos pelos entrevistados de Kalamazoo que aparecem dentre os conteúdos centrais e essenciais no Michigan Merit Curriculum são destacados como prioritários nesse novo documento, exceto os tópicos relacionados à Biotecnologia e à definição de gene. Portanto, esse documento, assim como metade dos professores entrevistados dessa localidade, julga haver outros conteúdos mais importantes do que o ensino de Biotecnologia na área de Genética, não o apontando como básico.

As diferentes opiniões sobre o ensino de tópicos ligados a tais aplicações da Genética merecem reflexões. Entretanto, antes de deixá-los como secundários, é preciso refletir se o problema não seria o fato de eles estarem sendo ensinados de forma desconectada com os considerados tópicos básicos de Genética, de forma que esses últimos não ajudem na compreensão dos primeiros e vice-versa. Nascimento

---

(2005) identificou que, pelo menos em livros didáticos, temas relacionados à aplicação da Genética vêm aparecendo sem ligação com os demais conteúdos da área.

Se essa conexão for bem estabelecida, talvez seja possível atingir o defendido por uma das docentes de São Paulo. Para ela, é importante ensinar sobre Biotecnologia, pois sua relação com o cotidiano do aluno pode despertar o interesse por outros conteúdos de Genética. Além disso, conforme a maioria dos entrevistados, esses tópicos auxiliam a compreender questões do cotidiano.

Entretanto, o cotidiano fora da escola não está apenas relacionado aos conteúdos da Biotecnologia. Conforme justifica a maioria dos entrevistados, é importante os alunos compreenderem como suas características e suas doenças se manifestam e o que médicos ou a mídia dizem sobre elas. Para tanto, eles consideram importante ensinar as leis mendelianas e a genética molecular.

Como afirmam Griffiths *et al.* (2008), a genética mendeliana explica apenas parcialmente a expressão de muitas características dos indivíduos. Para sua completa compreensão, é necessário considerar as interações gênicas, a herança poligênica e as influências do ambiente.

Notou-se, nesta pesquisa, que conteúdos importantes para a compreensão das características complexas não foram tão frequentemente mencionados pelos entrevistados como foram as leis mendelianas. No contexto de São Paulo, enquanto *Leis de Mendel* foi mencionada pela maioria dos entrevistados (83,3%), conteúdos relacionados à interação entre genes foram referidos por 41,7% dos entrevistados e conteúdos relacionados à influência do ambiente na determinação das características, por 6,7%. No contexto de Kalamazoo, as menções a esses dois tópicos foram respectivamente 33,3% e 16,7%.

Na Proposta Curricular do Estado de São Paulo, não estão explícitos conteúdos que indiquem claramente o tratamento de temas como herança multifatorial e a influência do ambiente na expressão das características, diferentemente das leis mendelianas, que aparecem explicitamente. Já no currículo de Michigan, espera-se claramente que o aluno aprenda que o ambiente influencia na determinação das características e que estas podem ser expressas por um ou mais genes. Entretanto, como afirmam Dougherty *et al.* (2011), o estado de Michigan se destaca, mas consideram a *herança poligênica* como um tópico raramente presente nos parâmetros dos demais estados dos EUA e a *influência do ambiente na determinação das características* como inadequadamente abordada nesses documentos.

Bizzo (1998) critica a relação determinista entre genótipo e fenótipo com que a Genética tem sido ensinada nas escolas, explorando a matemática para mostrar aos alunos qual será o fenótipo de seus filhos. Para o autor, tão importante quanto ensinar o que é um gene dominante é ensinar *penetrância* e *expressividade*, as quais estão presentes na expressão das características humanas. Para Dougherty (2009), quando se omite a complexidade da expressão das características, pode-se dificultar aos estudantes uma participação efetiva, por exemplo, como consumidores de produtos gerados na área médica, além de não trazer esclarecimentos suficientes para a tomada de decisões na área de saúde. Para evitar o determinismo genético, Camargo e Infante-Malaquias (2007) também defendem a relevância do papel dos fatores genéticos e ambientais.

## CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os tópicos mais considerados como básicos pelos entrevistados são contemplados nos documentos curriculares. Ademais, há professores que consideram que a presença de um conteúdo em tais documentos justifica a sua importância.

Verificou-se também que existem diferentes opiniões sobre o ensinar ou não tópicos sobre Biotecnologia. Considera-se aqui que as diferentes justificativas para tais posicionamentos são muito importantes para gerar reflexões. Porém, consideram-se tais conteúdos como importantes para o aluno compreender assuntos de seu cotidiano. Portanto, acredita-se que, antes de deixá-lo fora das salas de

---

aula, seria necessário verificar se a forma como estão sendo ensinados (dissociados de outros conteúdos básicos) não estaria influenciando nos resultados do ensino de Genética.

Finalmente, esta pesquisa considera que este não é o único conteúdo importante para que o aluno compreenda as informações do cotidiano. Defende-se que mais atenção com relação ao ensino de características complexas é necessária.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayuso, G. E.; Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), pp. 133-157.
- Bizzo, N. (1998) O Paradoxo social-eugênico e os professores: ontem e hoje. In: Chassot, A.; Oliveira, J. R. (orgs). *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: UNISINOS, 1998. pp. 165-189.
- Camargo, S. S.; Infante-Malachias, M. E. (2007). A genética humana no Ensino Médio: algumas propostas. *Genética na Escola*, 2(1), pp. 14-16.
- Dougherty, M.J. (2009) Closing the gap: Inverting the genetics curriculum to ensure an informed public. *The American Journal of Human Genetics*, 85(1), pp. 6-12.
- Griffiths, A. J. F.; Wessler, S. R.; Lewontin, R. C.; Carroll, S. B. *Introduction to Genetic Analysis*. 9.<sup>th</sup> ed. New York: Feeman and Company, 2008.
- Infante-Malachias, M. E; Padilha I. Q. De M.; Weller, M. W.; Santos, S. (2010) Comprehension of basic genetic concepts by Brazilian undergraduate students. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), pp. 657-668.
- ISD/RESA/RESA Collaborative. (2010) *High School Science Priority Expectations for the Next Generation of Science Standards*. Disponível em: <http://www.resa.net/curriculum/curriculum/science/curriculum/priorityexpectations>>. Acesso em: 29 jun. 2011.
- Michigan. (2006). *Michigan Merit Curriculum: Course/Credit Requirements – Biology*. Michigan: Michigan Department of Education.
- Nascimento, T. G. (2005) O discurso da divulgação científica no livro didático de ciências: características, adaptações e funções de um texto sobre clonagem. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5(2), pp. 15-28.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park: Sage Publications.
- São Paulo (2010). *Unificação de dispositivos legais e normativos relativos ao Ensino Fundamental e Médio*. São Paulo: Secretaria do Estado da Educação.
- Xavier, M. C. F.; Freire, A. S.; Moraes, M. O. (2006) A Nova (moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio. *Ciência e Educação*, 12(3), pp. 275-289.