

CROMOSSOMOS, SEGREDOS E MISTÉRIOS: METODOLOGIA ALTERNATIVA NO ENSINO DE CITOGENÉTICA

Chromosomes, secrets and mysteries: alternative methodology in teaching cytogenetics

Luciana Aguilar-Aleixo¹

Resumo: Este relato de experiência docente demonstra o potencial da aprendizagem baseada em projeto (ABProj) no ensino-aprendizagem de Citogenética, disciplina optativa nos cursos de bacharelado e licenciatura em Ciências Biológicas da UESB. O Seminário intitulado “Cromossomos: Segredos e Mistérios” permitiu a divulgação dos princípios citogenéticos e da importância de sua aplicação em estudos clínicos, taxonômicos, evolutivos e de diagnóstico ambiental. Com a participação dos nove discentes matriculados na disciplina, dois monitores, quatro especialistas convidados e da professora orientadora, esta alternativa foi positiva ao promover os discentes ao papel de protagonistas do processo ensino-aprendizagem. O evento contou com a participação de 50 ouvintes, incluindo estudantes de graduação em Biologia e em outros cursos, estudantes e professores do ensino médio. Esta estratégia metodológica foi efetiva em seus dois principais objetivos, a divulgação da Citogenética e suas aplicações para um público diversificado e a aprendizagem significativa deste tema pelos discentes matriculados na disciplina.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Divulgação Científica. Extensão universitária. Socialização da ciência.

Abstract: *This teaching experience report demonstrates the potential of project-based learning (ABProj) in the teaching-learning of Cytogenetics, an optional subject in the Bachelor's and Biological Sciences courses at UESB. The Seminar entitled: “Chromosomes: Secrets and Mysteries” allowed the dissemination of cytogenetic principles and the importance of their application in clinical, taxonomic, evolutionary and environmental diagnosis studies. With the participation of the nine students registered in the discipline, two monitors, four invited specialists and the guiding teacher, this alternative was positive in promoting students to the role of protagonists in the teaching-learning process. The event was attended by 50 listeners, including undergraduate students in biology and other courses, high school students and teachers. This methodological strategy was effective in its two main objectives, the dissemination of cytogenetics and its applications to a diverse audience and the significant learning of this theme by the students registered in the discipline.*

Keywords: *Significant learning. Scientific divulgation. University Extension. Science socialization.*

¹ Bióloga; Doutora em Ciências Biológicas A/C Genética. Docente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0728-6163> E-mail: lucianaaleixo@uesb.edu.br

Introdução

O termo cromossomo foi introduzido, em 1888, por Waldeyer, professor de anatomia alemão. A relação dos cromossomos com a herança foi nítida desde os primeiros estudos e, em 1887, Weismann apresentou sua teoria cromossômica da herança, cujos princípios são válidos ainda hoje (SUMNER, 2003). A reinterpretação dos trabalhos de Mendel, em 1900, por três botânicos trouxe à luz os princípios da herança (ANDRADE; SILVA, 2016). Os princípios mendelianos foram testados e validados em vários outros organismos.

A conclusão de que os fatores de Mendel seguiam o mesmo comportamento dos cromossomos na meiose, levou Sutton e Boveri a elaborarem sua hipótese cromossômica no início da década de 1900 (MARTINS; PRESTES, 2016). Sutton combinou as disciplinas de Citologia e Genética quando se referiu ao estudo dos cromossomos como Citogenética. A Citogenética abrange todos os estudos relacionados aos cromossomos em diferentes graus de compactação, tanto relativos à sua morfologia, organização, função e replicação quanto à sua variação e evolução (GUERRA, 1988).

Estudos demonstram que, embora muitas vezes os estudantes conheçam os conceitos de genes, DNA e cromossomos individualmente, raras vezes eles são capazes de articulá-los e, geralmente, não compreendem que os genes possuem um loco físico nos cromossomos (SAKA *et al.*, 2006). Dentre as principais causas desta dificuldade de articulação dos conhecimentos, podemos citar sua abordagem nos livros didáticos e o ensino centrado em aulas teóricas tradicionais. Estratégias alternativas que coloquem o discente como protagonista do processo de ensino e aprendizagem são salutares. Mello e Cortelazzo (2006), propuseram uma dramatização teatral como recurso didático para a articulação de conceitos relacionados à compactação do DNA.

A abordagem integrativa dos conteúdos mostrando a indissociabilidade de temas como Genética e Evolução é essencial, tanto na formação de biólogos quanto no ensino médio, contribuindo para que os discentes de diferentes níveis do ensino sejam capazes de compreender princípios e mecanismos, de maneira consistente e abrangente, facilitando a análise e a interpretação de outros fenômenos com os quais tenha contato no futuro. O ensino de Evolução é considerado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) eixo norteador das Ciências Biológicas, papel corroborado também pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2002; 2018). Apesar de sua importância, a Evolução Biológica é recorrentemente negligenciada no ensino médio, sendo relegada aos capítulos finais do terceiro volume dos livros didáticos de

Biologia. Em uma análise dos conteúdos de Genética e Evolução em vários livros didáticos, foi verificada maior abordagem da Genética, com a Evolução reduzida a uma pequena fração dos conteúdos do terceiro ano do ensino médio (BADZINSKI; HERMEL, 2015). Quando a Genética é foco de aulas pouco interativas no ensino médio, os discentes não conseguem relacionar os alelos e sua representação por letras à sequência de DNA que constitui os genes distribuídos ao longo da cromatina interfásica e dos cromossomos mitóticos. Da mesma forma, não compreendem a relação direta das mutações gênicas com as diferenças entre alelos, ou o papel das alterações cromossômicas na Evolução dos seres vivos e na saúde humana.

A falta de contextualização e interconexão entre os assuntos contribui para o ensino fragmentado e pouco significativo. Por não perceberem a importância dos diferentes conceitos e informações, os discentes se tornam desmotivados e passivos, incapazes de se apoderar do conhecimento e aplicá-lo a seu cotidiano. A didática sensível, em que os discentes compreendam o mundo numa visão integrada e crítica, contribui para que o ensino baseado na transmissão de conteúdos dê lugar ao processo de mediação na construção do conhecimento. Esta mudança nas práticas pedagógicas favorece aprendizagens duradouras, provenientes de experiências educativas nas quais o pensar, o sentir e o agir estão integrados (D'ÁVILLA, 2016).

Uma estratégia alternativa ao ensino tradicional é a aprendizagem baseada em projetos (ABProj). Esta estratégia tem efeito positivo no desenvolvimento de competências como colaboração, pensamento crítico e solução de problemas, além de ser motivadora e oferecer alto nível de satisfação aos alunos. Apesar de exigir maior dedicação do docente, a ABProj facilita a comunicação professor-aluno e favorece o aprendizado mais profundo, desenvolvendo habilidades de comunicação, liderança e colaboração (MORALES; GARCÍA, 2018).

Este relato de experiência visa apresentar o projeto de extensão “Cromossomos: Segredos e Mistérios” como metodologia alternativa no ensino-aprendizagem de Citogenética para estudantes de graduação e seu potencial na socialização do conhecimento científico com um público diversificado.

Metodologia

Este trabalho apresenta a experiência obtida no ensino de Citogenética para uma turma de graduação em Ciências Biológicas da UESB, *campus* de Vitória da Conquista, Bahia. Além das aulas expositivas, aulas práticas e debate de artigos, foi incorporada a ABProj, por nós

intitulada I Seminário de Citogenética “Cromossomos: Segredos e Mistérios”. Os alunos foram acompanhados e avaliados processualmente em todo o percurso do projeto, desde sua concepção até a execução do evento.

Resultados e discussão

O projeto de extensão foi concebido pela turma, redigido pela docente e cadastrado junto à Pró-reitoria de Extensão da UESB (PROEX), assegurando a certificação dos estudantes-palestrantes, dos professores convidados e dos ouvintes. O evento foi realizado em duas noites, com carga horária total de 7 horas. Os discentes, a docente e dois monitores selecionaram temas relevantes e se organizaram de acordo com a afinidade, abordando tanto aspectos conceituais básicos quanto aplicações da Citogenética Clássica e Molecular.

Após algumas semanas idealizando o evento, os discentes e a docente criaram uma logomarca, um *site* de hospedagem gratuita e realizaram a divulgação e as inscrições dos interessados. A divulgação foi realizada por meio de mídias sociais, sistema de rádio da universidade e cartazes (Figura 1) distribuídos no nosso *campus*, em outras universidades e em algumas escolas de nosso município.

**Figura 1: Cartaz de divulgação do Seminário de Citogenética
“Cromossomos: Segredos e Mistérios”**



Fonte: Produzido pelos discentes da disciplina.

Os nove discentes matriculados na disciplina se organizaram em trios e escolheram os temas que cada equipe iria abordar em suas duas palestras. O objetivo foi apresentar a Citogenética e os avanços alcançados na área desde seus primórdios, no início do século XX, até a atualidade, bem como suas diversas aplicações.

Cada trio selecionou artigos científicos que foram utilizados como estudo de caso, além de apresentar um panorama geral do assunto, visando a melhor contextualização. A docente avaliou a adequação e pertinência dos artigos selecionados, sugerindo substituições quando necessário, e atuou ativamente na curadoria de conteúdos, facilitando assim a preparação dos discentes, dando a eles segurança para atuarem como palestrantes. Em aulas anteriores ao evento, os alunos apresentaram prévias, nas quais professora e toda a turma avaliaram a pertinência das explanações, qualidade e clareza dos slides, tempo de apresentação e postura como palestrantes, sugerindo adequações quando necessário.

Quatro citogeneticistas foram convidados a ministrar palestras no evento, trazendo suas experiências na área. Na primeira noite, duas professoras da UESB, ambas doutoras em Genética e Melhoramento, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), apresentaram palestras com temas das pesquisas que vêm realizando em nossa instituição. Na segunda noite, dois professores da Universidade Federal da Bahia (UFBA), *campus* Anísio Teixeira, apresentaram os trabalhos que desenvolveram em seus respectivos cursos de doutorado. A professora da UFBA é doutora em Ciências Biológicas com área de concentração em Biologia Celular pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Já o professor convidado é doutor em Ecologia e Biomonitoramento pela Universidade Federal da Bahia. A professora da disciplina, que coordenou o evento, é doutora em Ciências Biológicas com área de concentração em Genética, assim como os professores convidados, desenvolveu sua tese na área de Citogenética. A programação completa do evento é apresentada no Quadro 1.

O público de 50 participantes foi composto por discentes do próprio curso e de outros cursos da nossa universidade, de outras instituições de ensino superior e do ensino médio, além de professores do ensino básico. Conforme o proposto no projeto, obtivemos a participação de um público diversificado, favorecendo o diálogo e a interação entre os participantes.

Nas duas noites de evento, os ouvintes puderam conhecer o histórico da Citogenética, as principais técnicas de Citogenética Clássica e Molecular bem como sua aplicação em estudos filogenéticos, na Citogenética Clínica e no diagnóstico ambiental. Além disso, as palestras ministradas pelos quatro professores convidados permitiram aos ouvintes contato com as dificuldades enfrentadas por especialistas na realização de suas pesquisas.

Os debates foram enriquecedores, contribuindo para a superação da visão positivista da Ciência. Augusto e Basílio (2018) destacam a importância de se abordar a história e filosofia da Ciência para embasamento de uma visão mais realista da sua natureza, permitindo a compreensão da Ciência como construção coletiva, sob influência das condições sociais, econômicas e políticas, de forma contextualizada.

Quadro 1: Programação do I Seminário de Citogenética
“Cromossomos: Segredos e Mistérios”

Horário	Título da Palestra	Responsáveis
Dia 01 – 18:30 – 18:50	Histórico e conceito de Citogenética	Monitores da disciplina
Dia 01 – 18:50 – 19:10	Estrutura cromossômica e cariótipo	Primeiro trio de discentes
Dia 01 – 19:10 – 19:30	Coloração convencional e bandamentos cromossômicos	Segundo trio de discentes
Dia 01 – 19:30 – 19:50	Alterações estruturais e numéricas	Terceiro trio de discentes
Dia 01 – 20:00 – 20:50	Princípios e aplicações da Citogenética Vegetal	Professora convidada 01
Dia 01 – 21:00 – 21:50	Teste de micronúcleos com <i>Allium cepa</i> e <i>Tradescantia pallida</i> na água da Lagoa das Bateias no município de Vitória da Conquista – BA	Professora convidada 02
Dia 02 – 18:30 – 18:50	Descrição da técnica de FISH e pintura cromossômica	Professora da disciplina e um monitor
Dia 02 – 18:50 – 19:10	Citogenética aplicada aos estudos filogenéticos - Taxonomia e evolução	Primeiro trio de discentes
Dia 02 – 19:10 – 19:30	Citogenética aplicada à saúde - diagnóstico de doenças	Segundo trio de discentes
Dia 02 – 19:30 – 19:50	Citogenética aplicada aos estudos de genotoxicidade	Terceiro trio de discentes
Dia 02 – 20:00 – 20:50	Um estudo de pequenos caracídeos utilizando FISH - população de <i>Serrapinnus notomelas</i> da Bacia do Rio Paraná	Professora convidada 03
Dia 02 – 21:00 – 21:50	Avaliação da genotoxicidade em anfíbios anuros da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil	Professor convidado

Fonte: Produzida pela autora.

Após o término do debate na segunda noite do evento, os ouvintes foram convidados a comentar os pontos positivos e negativos do seminário. O público se demonstrou satisfeito, fazendo uma avaliação positiva da ação. Uma professora de ensino médio relatou que desconhecia vários aspectos abordados no evento, em especial relacionados à citotaxonomia, à evolução e ao diagnóstico ambiental. Outras falas nesse sentido demonstraram que, ao levarmos o conhecimento acadêmico para um público diversificado, é possível democratizar informações e promover o interesse de estudantes e profissionais. A possibilidade de ressignificação dos saberes abordados no livro didático, é bastante desejável. Possibilita uma visão mais ampla e aplicada das informações, importante tanto para os estudantes quanto para os professores da educação básica.

Ao analisar 5 livros didáticos de Biologia, Verona e Silva (2015) observaram que em todas as obras o cariótipo foi associado ao ser humano, não fazendo menção à utilização de ferramentas citogenéticas em estudos ecológicos e de conservação. No presente evento, buscamos explorar todas as áreas nas quais análises citogenéticas são úteis, com destaque para a sistemática filogenética, diagnóstico ambiental e saúde. Esta abordagem mais ampla é muito favorável, e eventos como este podem ser uma oportunidade para professores e estudantes de ensino médio correlacionarem esta importante área da Genética com suas diversas aplicações, proporcionando uma aprendizagem contextualizada.

Na aula seguinte ao evento, os alunos da disciplina foram convidados a realizar uma autoavaliação e heteroavaliação. Foram destacados o envolvimento na elaboração e execução do projeto, o domínio do conteúdo abordado, a clareza na exposição e o trabalho em grupo. Os discentes avaliaram seu trio quanto à organização da palestra ministrada, incluindo adequação do tempo de exposição, a articulação das ideias e o material utilizado. Além da empolgação com que se finalizou o evento, no fechamento do projeto foi notável o interesse de toda a equipe em expor a ansiedade antes das palestras, recompensada pela satisfação com os resultados alcançados.

Vários autores destacam a ABProj como uma metodologia pautada na qualidade das relações entre professores e alunos, criando um ambiente favorável à aprendizagem significativa e ao desenvolvimento de competências importantes em sua formação profissional (BARBOSA; MOURA, 2013; GARCÊS; SANTOS; OLIVEIRA, 2018; MORALES; GARCÍA, 2018).

O envolvimento no projeto propiciou aos discentes a aprendizagem significativa dos conteúdos abordados, o que foi evidenciado no debate final da disciplina, em que todos os

alunos participaram ativamente, destacando a importância da iniciativa em sua formação. Além dos conteúdos específicos, foram estimulados autoconfiança, habilidades de comunicação, interatividade e colaboração.

Conclusão

A estratégia utilizada na abordagem da Citogenética no projeto de extensão “Cromossomos: segredos e mistérios” foi efetiva em elevar os estudantes de graduação ao papel de protagonistas no processo de ensino-aprendizagem. Esta experiência foi motivadora, promovendo a interatividade e colaboração, bem como a apropriação do conhecimento necessário para a atuação como palestrantes. Favoreceu a aproximação dos estudantes da prática profissional, com segurança para compartilhar conhecimentos e dialogar com um público diversificado.

Além de contribuir para a formação dos estudantes de graduação, o projeto promoveu a socialização da Ciência, abordando o contexto histórico em que a Citologia e a Genética passaram a sobrepor seus conhecimentos e explorando as inúmeras aplicações da Citogenética em estudos taxonômicos, evolutivos, de diagnóstico ambiental e clínico.

É desejável que inovações didáticas como a aqui apresentada sejam introduzidas, de modo a estimular os discentes e tornar o ensino-aprendizagem mais efetivo.

Referências

ANDRADE, L. A. B.; SILVA, E. P. Mendel e seus abismos. **Genética na Escola**, v. 11, n. 2 Suplemento, p. 234-243, 2016.

AUGUSTO, T. G. D.; BASILIO, L. V. Ensino de biologia e história e filosofia da ciência: uma análise qualitativa das pesquisas acadêmicas produzidas no Brasil (1983-2013). **Ciência & Educação**, v. 24, n. 1, 2018. p. 71-93.

BADZINSKI, E.; HERMEL, E. E. S. A representação da Genética e da Evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de Biologia. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 2, p. 434-454, 2015.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48-67. 2013.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: BNCC**. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 5 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002. Disponível em:

D'ÁVILA, C. Razão e sensibilidade na docência Universitária. Construção de uma didática sensível. **Livro Em Aberto**, Brasília, v. 29, n. 97, p. 5-7, set./dez. 2016.

GARCÊS, B. P.; SANTOS, K. O.; OLIVEIRA, C. A. Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino de Bioquímica Metabólica. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 13, n. 1, p. 527-534, 2018.

GUERRA, M. **Introdução à Citogenética Geral**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

MARTINS; L. A. C. P., PRESTES, M. E. B. Mendel e depois de Mendel. **Genética na Escola**, v. 11, n. 2 Suplemento, p. 244-249, 2016.

MELLO, M. L. S.; CORTELAZZO, A. L. Uma proposta de dramatização como complemento didático para o estudo sobre cromatina e cromossomos. **Revista Genética na Escola**, v. 1, n. 2, p. 83-86, 2006.

MORALES, P. T.; GARCÍA, J. M. S. Aprendizaje Basado en Proyectos: una experiencia universitaria. **Revista de Curriculum y Formación del Profesorado**, v. 22, n. 2, p. 471-491, 2018.

SAKA, A. A. *et al.* A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: how do they image the gene, DNA and chromosome? **Journal of Science Education and Technology**, v. 15, n. 2, p. 192-202, 2006.

SUMNER, A. T. **Chromosomes: organization and function**. North Berwick: Blackwell, 2003.

VERONA, M. F.; SILVA, L. R. R. A inserção da Citogenética, com ênfase no uso de cariótipo, em livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático. X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA – X ENPEC. **Anais...** Águas de Lindóia, 2015. p. 3-8.

Recebido: 10.05.2021

Aceito: 19.06.2021