

Lac 3D: um recurso didático tridimensional para o ensino do óperon da lactose

Gabriel Iketani¹

Ellen Fernanda Coelho Nogueira²

Pedro Teodósio dos Santos Pinheiro da Paixão³

Jair Christian Aquino da Silva⁴

Rômulo Andrey Arruda da Silva⁵

A genética é uma área fundamental da Biologia e é considerada de difícil compreensão (BAHAR et al., 1999). Os motivos da dificuldade são diversos, por exemplo, o extenso e complexo vocabulário, símbolos e expressões matemáticas empregadas na área (CID e NETO, 2005). O uso de imagens é a forma normalmente empregada por professores para explicar conceitos genéticos, metodologia que pode ser um complicador para alunos deficientes visuais (D.V.) (ROCHA e SILVA, 2016). Como alunos D.V. constroem imagens mentais para compreensão de conceitos científicos? A resposta fácil é através do tato, que sim é um recurso valioso no ensino de alunos D.V. mas, que não deve ser considerado um substituto da visão ou utilizado independentemente de outros processos cognitivos acionados durante a apropriação de conhecimento de qualquer aluno seja ele D.V. ou não (BATISTA, 2005).

A utilização de materiais didáticos para facilitar a compreensão da genética e outras áreas da Biologia é bastante difundido. A revista *Genética*

1 Doutor pelo Curso de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Federal do Pará - UFPA, Professor da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA iketani.g@gmail.com;

2 Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências biológicas da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA; E-mail: ellennogueirastm@gmail.com;

3 Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências biológicas da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA; E-mail: pedroteodosio55@gmail.com;

4 Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências biológicas da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA; E-mail: poitesilva@gmail.com;

5 Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências biológicas da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA; E-mail: romulosilvastm78@gmail.com

na Escola (GnE), por exemplo, é uma publicação da Sociedade Brasileira de Genética que apresenta vários materiais didáticos a cada edição (<https://www.geneticanaescola.com.br/>). Além da GnE, eventos como o Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO) e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) apresentam diversos recursos. No que se refere a inclusão, apesar de menos numerosos, também encontramos alguns exemplos. Lopes et al. (2012) apresentam um modelo tátil/visual do conteúdo de mitose. Andrade et al. (2016) construíram um recurso sobre a 1ª Lei de Mendel. Já Delou et al. (2016) um modelo para representar esquematicamente os nucleotídeos do DNA. Por fim, Rocha e Silva (2017) confeccionaram kits inclusivos para introdução de conceitos básicos sobre herança genética. Estes exemplos demonstram que ainda há poucos recursos didáticos inclusivos, o que é reforçado pela pesquisa de Stella e Massabni (2019) que consultaram 16 base de dados encontrando apenas 18 trabalhos caracterizados como recursos didáticos inclusivos.

Normalmente, recursos didáticos são construídos com materiais de baixo custo e de fácil manipulação como papel, cola, EVA e isopor. O baixo custo torna os recursos didáticos mais acessível aos educadores, mas acaba exigindo também tempo para confecção inicial e constante reconstrução de partes ou de todo o recurso devido à quebra durante a manipulação. Existe alguma alternativa a esses materiais? Sim, o plástico, mais especificamente o filamento de ácido polilático (PLA) para impressão 3D.

A tecnologia de impressão 3D é um processo de manufatura aditiva que cria objetos sólidos a partir da deposição de material plástico camada a camada. Para isso, é necessário um modelo tridimensional do objeto produzido em um software de modelagem 3D, de uma impressora 3D e do PLA (NOVAK e WISDOM, 2020). O uso de impressão 3D no ensino é recente e está normalmente ligado a metodologia *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* (FORD e MINSHALL, 2019). O simples uso de recursos didáticos impressos em 3D já oferece muitas oportunidades de aprendizado, por exemplo: materiais inclusivos de qualquer disciplina podem ser produzidos (SNYDER et al., 2014); em aulas de anatomia e zoologia, materiais impressões têm alta precisão, custo e risco menores quando comparados a peças anatômicas preservadas em formol (MCMENAMIN et al., 2014; KEAVENEY et al., 2016).

Assim, o presente trabalho tem o objetivo de apresentar de um recurso didático inclusivo impresso em 3D sobre o óperon da lactose (*lac*). Os óperons são grupos de genes do DNA bacteriano que compartilham a mesma região promotora e têm uma única unidade transcricional, produzindo um

único RNA mensageiro que codifica várias proteínas (Pierce, 2016). A compreensão do óperon *lac* é crucial para o entendimento dos mecanismos e sistemas que controlam a expressão dos genes. Para isso, o percurso metodológico do trabalho incluiu: (1) o estudo de imagens esquemáticas de livros de genética de nível superior (PIERCE, 2016; SNUSTAD, 2017) para elaboração do esboço do modelo 3D e (2) confecção do modelo tridimensional no site Tinkercad® (<https://www.tinkercad.com/>), que é uma plataforma on-line grátis para modelagem 3D mantida pela Autodesk®. Até o momento da submissão do trabalho, o modelo ainda não foi utilizado em sala de aula.

O modelo é formado por diversas partes que representam as diferentes regiões do DNA, o RNA mensageiro e as proteínas envolvidas no processo. As regiões do DNA são identificadas com placas escritas em braile e português que podem ser retiradas e colocadas conforme o desejo do aluno ou do professor. Já o RNA e as proteínas apresentam formatos e cores diferentes que permitem sua fácil identificação. Destacamos a proteína reguladora que é formada por uma pequena peça articulada, fazendo com que ela possa assumir duas formas (ativa e inativa) dependendo da condição simulada.

Sugerimos três maneiras de utilização: (1) como **ferramenta para explicar o conteúdo**, nesse caso o professor pode dividir os discentes em grupos (cada grupo deve receber um kit com todas as peças), a distância o professor pode fornecer instruções para que os discentes manipulem o material de acordo com sua explicação, se houver algum aluno D.V. é recomendável que o material seja manipulado pela primeira vez com a ajuda de um colega ou monitor; ainda nesse modo, o professor pode utilizar um modelo impresso em maior escala permitindo que os alunos visualizem facilmente as etapas do processo; (2) como **jogo didático**, neste caso, após a explicação os alunos podem utilizar o recurso como ferramenta de memorização ao manipular o recursos identificando suas partes, essa forma de utilização é especialmente interessante para o aluno D.V. que poderá manusear o material sozinho e (3) **atividade em uma sala de aula invertida** (SAMS e BERGMANN, 2012), para isso o professor deve produzir ou um vídeo ou texto que explique o conteúdo e fornece-lo com antecedência aos alunos, que utilizarão o material impresso em 3D como exercício em sala ao mesmo tempo que tiram suas dúvidas com o professor.

Em qualquer uma das três formas, é importante que o professor deixe claro que o recurso se trata de uma representação esquemática do processo, ou seja, que as formas impressas são apenas uma forma mais didática e simbólica de representar as moléculas envolvidos no processo. Isto é importante para que os alunos não confundam elementos simbólicos de dados

reais (ROCHA e SILVA, 2016). Acreditamos que a manipulação deste material levará a uma aprendizagem mais significativa deste conteúdo que envolve diversas reações e etapas que são variáveis dependendo das condições do meio. O recurso ainda pode ser ampliado para representar as mutações no DNA que podem alterar o processo normal de regulação do óperon *lac* e através de impressão de modelo esquemático da célula bacteriana, o que permitirá que a concentração de lactose seja simulada de forma concreta.

Palavras chave: genética, impressão 3D, óperon *lac*, recurso didático

Agradecimentos e Apoios

Agradecemos a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) que através de recurso do Programa Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão (PEEx) financia os projetos “Entendendo a evolução da diversidade da vida: Pesquisa, Ensino e Extensão em Evolução e Sistemática” e “Qual a Natureza da Ciência? Diferentes respostas a partir de um olhar multidisciplinar” que cobriram os custos para impressão 3D do material. PTSPP agradece a Pró-reitoria de Ensino de Graduação da UFOPA pela bolsa de pró-ensino. RAAS agradece a Pró-reitoria da Cultura, Comunidade e Extensão da UFOPA pelas bolsa de extensão e JCAS pela bolsa PEEx graduação.

Referências

ANDRADE, L. A. B.; SANTOS, N. M.; ALVARENGA, G. F. P.; O Jardim de Mendel – material didático para uso de videntes e não-videntes no processo ensino-aprendizagem da 1ª Lei de Mendel. *Genética na Escola*, Vol. 11, Nº 2, 2016.

BAHAR, Mehmet; JOHNSTONE, A. H.; HANSELL, M. H. Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, v. 33, n. 2, p. 84-86, 1999.

BATISTA, Cecilia Guarnieri. Formação de conceitos em crianças cegas: questões teóricas e implicações educacionais. *Psicologia: teoria e pesquisa*, v. 21, n. 1, p. 07-15, 2005.

DA HORA FARIA, Mauro Luiz et al. É possível ensinar a genética para alunos cegos?. *Conhecimento & Diversidade*, v. 8, n. 16, p. 84-99, 2017.

KEAVENEY, Shane et al. Applications for advanced 3D imaging, modelling, and printing techniques for the biological sciences. In: 2016 22nd international conference on virtual system & multimedia (VSMM). IEEE, 2016. p. 1-8.

LOPES, Natielle Rangel; ALMEIDA, Lorena Alves; AMADO, Manuella Villar. Produção e análise de recursos didáticos para ensinar alunos com deficiência visual o conteúdo de mitose: uma prática pedagógica no ensino de ciências biológicas. Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica, v. 2, n. 02, p. 103-111, 2012.

MCMENAMIN, Paul G. et al. The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology. Anatomical sciences education, v. 7, n. 6, p. 479-486, 2014.

NOVAK, E.; WISDOM, S. Using 3D Printing in Science for Elementary Teachers. In: MINTZES, J. J.; WALTER, E. M. (Eds.). Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice. Switzerland: Springer International Publishing, 2020. p. 729-739.

PIERCE, Benjamin A. Genética-Um Enfoque Conceitual. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

ROCHA, Simone José Maciel da; SILVA, Edson Pereira da. Cegos e Aprendizagem de genética em sala de aula: Percepções de professores e alunos. Revista Brasileira de Educação Especial, v. 22, n. 4, p. 589-604, 2016.

SAMS, Aaron; BERGMANN, Jonathan. Flip your classroom: Reach every student in every class every day. International Society for Technology in Education/ISTE, 2012.

SNYDER, Trevor J. et al. 3D systems' technology overview and new applications in manufacturing, engineering, science, and education. 3D Printing and Additive Manufacturing, v. 1, n. 3, p. 169-176, 2014.

SNUSTAD, Peter; SIMMONS, Michael J. Fundamentos de Genética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

STELLA, Larissa Ferreira; MASSABNI, Vânia Galindo. Ensino de Ciências Biológicas: materiais didáticos para alunos com necessidades educativas especiais. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 25, n. 2, p. 353-374, 2019.