

# Integração da bioinformática nos currículos do ensino básico e secundário

Ana Martins<sup>1</sup>; Fernando Tavares<sup>2</sup>; Leonor Lencastre<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, Portugal; CIBIO - Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos/InBIO Laboratório Associado, Porto, Portugal; [asmartins@cibio.up.pt](mailto:asmartins@cibio.up.pt)
- <sup>2</sup> Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, Portugal; CIBIO - Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos/InBIO Laboratório Associado, Porto, Portugal; [ftavares@fc.up.pt](mailto:ftavares@fc.up.pt)
- <sup>3</sup> Departamento de Psicologia, Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, Universidade do Porto, Porto, Portugal; [leonor@fpce.up.pt](mailto:leonor@fpce.up.pt)
- 

**Resumo:** Atualmente, a investigação científica recorre a meios tecnológicos avançados para explicar fenómenos biológicos. Os dados obtidos experimentalmente são armazenados em bases de dados e tratados através de ferramentas bioinformáticas. Esta realidade da investigação científica não pode ser ignorada quando se procura promover uma sociedade cientificamente informada. Urge renovar, atualizar e melhorar os recursos educativos no ensino básico e secundário, através de iniciativas que aplicam em contexto de sala de aula novas abordagens que permitem o desenvolvimento da literacia, científica e digital, a motivação e o interesse dos alunos. No sentido de dar resposta a este desafio, teve início um projeto de doutoramento cuja ambição é adaptar, implementar e avaliar atividades centradas em recursos bioinformáticos que permitam contribuir para um aumento da literacia científica interdisciplinar, motivar para novos recursos científicos através de abordagens inquiry-based; estimular o espírito crítico; e reconhecer os procedimentos experimentais in silico como metodologias para abordar questões científicas.

**Palavras-chave:** Ensino básico e secundário; Bioinformática; Inovação em Educação; Literacia; Motivação

---

## **Introdução**

Novos desafios estão presentes no ensino das Ciências o que exige dos intervenientes no processo de ensino e aprendizagem uma constante capacidade de adaptação. As abordagens dos docentes devem comprometer os alunos com um trabalho científico alicerçado na resolução de problemas e na formulação de hipóteses, e dar a conhecer o universo da ciência de uma forma realista, atualizada e motivadora. Segundo este paradigma, surge a necessidade de criar e/ou adaptar ferramentas e recursos educativos.

No sentido de dar resposta a este desafio, teve início um projeto de doutoramento que tem como objetivo seleccionar, adaptar, implementar e avaliar um conjunto de atividades centradas em recursos bioinformáticos enquadrados curricularmente no 3ºciclo do ensino básico e no ensino secundário, a fim de promover a formação científica.

As abordagens educativas a implementar baseiam-se em processos de ensino-aprendizagem centrados no aluno e sublinham o papel central dos educadores neste processo. Neste sentido, será implementado e validado um portefólio de atividades de bioinformática enquadradas no currículo nacional (Lewitter & Bourne, 2011), proporcionado aos professores apoio contínuo através de cursos de formação contínua e disponibilizada uma plataforma de *e-learning* para partilha de comentários e experiências (Fan, Radford, & Brown, 2013). A adequação da implementação de diferentes ferramentas e recursos bioinformáticos em contexto de sala de aula será avaliada de forma a compreender o impacto destas atividades ao nível da: literacia científica (competências e conhecimentos de carácter interdisciplinar); motivação; espírito crítico; e atitude face à importância dos procedimentos *in silico* na investigação científica.

## **Contextualização teórica**

A bioinformática surgiu em resposta à necessidade de sistematizar de forma eficaz e expedita a enorme quantidade de dados obtidos experimentalmente, com o objetivo de testar hipóteses e permitir interpretações científicas que dificilmente seriam alcançáveis sem recursos computacionais (Sadek, 2004). Por estas razões, torna-se pertinente dotar os alunos das competências que lhes permitam tirar partido destes poderosos instrumentos de estudo e trabalho (Magana, et al., 2014).

Algumas iniciativas têm sido desenvolvidas com vista a tentar integrar a bioinformática nos currículos internacionais, de que são exemplo atividades centradas no ensino da evolução ou da expressão genética (Boyle, 2004). No entanto, estas iniciativas apresentam um carácter esporádico, o que deixa por explorar uma panóplia de ferramentas disponíveis nesta área, com interfaces simples e que poderão ser mais-valias para um ensino mais motivador. Estudos comprovam que os alunos revelam aprendizagens mais sólidas quando são envolvidos em atividades com recurso à bioinformática, quer ao nível do conhecimento quer ao nível das competências, nomeadamente informáticas, e das suas capacidades de adaptação a uma sociedade da era digital (Machluf, Gelbart, Ben-Dor, & Yarden, 2017). Os alunos, como intervenientes na sociedade, devem estar munidos de estratégias e de conhecimentos que lhes permitam atuar como cidadãos informados, nomeadamente na área científica. Assim, estes devem ser estimulados no sentido de dominarem um conjunto de ferramentas científicas que podem ser úteis na resolução de problemas futuros (Machluf & Yarden, 2013).

Estudos recentes apontam para um crescente envolvimento dos docentes na aplicação da bioinformática nas suas salas de aula, importando assim explorar o papel central do professor como orientador desta aprendizagem. Neste âmbito, é urgente a sensibilização dos agentes educativos para a necessidade de implementar cursos de formação especializados que permitam aos docentes explorar com confiança temas e ferramentas com um considerável grau de exigência. A corroborar esta prioridade existem dados recentes que revelam que, após uma primeira incursão em atividades de bioinformática, os docentes tendem a sentir-se cada vez mais motivados, confiantes e capazes de redesenhar os objetivos didático-pedagógicos a alcançar, sentindo-se formadores nesta área (Machluf, Gelbart, Ben-Dor, & Yarden, 2017).

Relativamente à acessibilidade das ferramentas bioinformáticas na escola, esta pode ser facilitada quando as instituições as selecionam e adaptam com vista a permitir a implementação das atividades em conformidade com o tempo letivo disponível e em concordância com os objetivos programáticos dos diferentes níveis de ensino (Ditty, Kvaal, Goodner, Freyermuth, & Bailey, 2010). Existem iniciativas testadas nesta ótica (Marques, et al., 2014) que abrem ainda a possibilidade de combinar experiências de laboratório (*wet lab*) com atividades baseadas no uso de computadores (*dry lab*).

## **Metodologia**

A metodologia deste projeto baseia-se numa combinação de métodos quantitativos e qualitativos, sendo um estudo quasi-experimental com um desenho pré / pós-teste (Black, 1999). Os métodos de recolha de dados serão aplicados a uma ampla e diversificada população de alunos, para aumentar a robustez dos resultados obtidos estatisticamente. A análise de dados fornecerá evidências sobre conhecimento, atitudes e motivação para com a bioinformática. No que diz respeito à avaliação dos professores, será utilizada uma metodologia baseada na recolha de dados através de entrevistas.

O SPSS do IBMS será utilizado para analisar dados quantitativos, e uma análise de conteúdo será realizada para interpretar os dados qualitativos.

## **Resultados esperados**

Alguns dos resultados esperados deste projeto de doutoramento são: *i)* disponibilizar aos professores as ferramentas para fomentar a aprendizagem com base em plataformas bioinformáticas adequadas; *ii)* criar um portefólio de atividades de bioinformática adaptadas aos diferentes níveis de ensino e diferentes temáticas curriculares (Tabela 1); *iii)* implementar em contexto de sala de aula as atividades selecionadas e avaliar o impacto das mesmas na literacia científica, motivação e atitudes dos alunos face à bioinformática; *iv)* gerar canais de comunicação entre professores e alunos em particular, e na comunidade educativa em geral, capazes de facilitar o intercâmbio de práticas pedagógicas utilizando a bioinformática aplicada aos conteúdos curriculares. Estes canais de comunicação incluem a criação de uma página *web*, de um fórum de partilha de comentários e questões, e ainda através de cursos de formação contínua.

**Tabela 1.** Exemplos de atividades a aplicar em contexto de sala de aula, curricularmente enquadradas, e respetivas plataformas bioinformáticas. Enumeram-se noções específicas e objetivos de aprendizagem a alcançar com cada uma das atividades

| Recurso   | Objetivos de Aprendizagem   | Noções  | Enquadramento Curricular   |
|---|---|---|--|
| <p><b><u>Pathogen Modeling Program</u></b></p> <p><a href="http://pmp.erc.ars.usda.gov/PMPOnline.aspx">http://pmp.erc.ars.usda.gov/PMPOnline.aspx</a></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer métodos de preservação e processamento de alimentos;</li> <li>• Analisar criticamente novas informações e ponderar argumentos contraditórios;</li> <li>• Testar as potencialidades das aplicações biotecnológicas (bioinformáticas) na indústria alimentar, nomeadamente, na conservação de alimentos;</li> <li>• Estudar a função de diferentes tipos de aditivos alimentares;</li> <li>• Explorar as potencialidades da inativação pelo calor.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Processamento e Preservação de Alimentos</li> <li>• Fermentação</li> <li>• Aditivos Alimentares</li> <li>• Inativação pelo calor</li> </ul>                    | <p><b>8ºano de escolaridade:</b><br/>Relacionar o desenvolvimento científico e tecnológico com a melhoria da qualidade de vida das populações humanas.</p> |
| <p><b><u>In silico simulation of molecular biology experiments</u></b></p> <p><a href="http://insilico.ehu.es/">http://insilico.ehu.es/</a></p>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer técnicas de deteção de bactérias;</li> <li>• Compreender a noção de <i>primer</i>;</li> <li>• Analisar a especificidade de diferentes <i>primers</i>;</li> <li>• Compreender o conceito de enzima de restrição;</li> <li>• Distinguir diferentes tipos de enzimas de restrição (<i>blunt ends</i>; <i>overhang ends</i>);</li> <li>• Analisar os fragmentos gerados através de eletroforese.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amplificação por PCR</li> <li>• Enzimas de restrição</li> <li>• DNA</li> <li>• RNA</li> <li>• Nucleótido</li> <li>• Transcrição</li> <li>• Tradução</li> </ul> | <p><b>12ºano de escolaridade:</b><br/>Fundamentos da Engenharia Genética.</p>  |
| <p><b><u>Genome Evolution</u></b></p> <p><a href="https://genomevolution.org/CoGe/">https://genomevolution.org/CoGe/</a></p>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer as potencialidades das ferramentas bioinformáticas no estudo comparativos entre organismos;</li> <li>• Identificar mutações através da leitura de um <i>SynMap</i> (Mapa de Sintenia);</li> <li>• Comparar evolutivamente as espécies analisadas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Árvore filogenética</li> <li>• Critérios de Classificação</li> <li>• Contributos de diferentes áreas para o desenvolvimento do conceito de evolução</li> </ul> | <p><b>11ºano de escolaridade:</b><br/>Crescimento e Renovação celular.</p> <p><b>12ºano de escolaridade:</b><br/>Mutações.</p>                             |

### Considerações finais

A bioinformática é imprescindível na investigação e a sua associação aos métodos laboratoriais é essencial para que a interpretação de dados seja potenciada. Assim, numa perspetiva futura é crucial que os alunos tenham contacto com esta área científica com o objetivo de melhor os preparar para questões emergentes da biologia do século XXI. Este projeto pretende evidenciar o potencial educativo das ferramentas *in silico* e confirmar o

importante papel da bioinformática no desenvolvimento da literacia digital e científica dos nossos alunos, motivando-os e contribuindo para diversificar a sua “caixa de ferramentas científicas”.

## Referências

- Black, T. R. (1999). *Doing Quantitative Research in the Social Sciences: An Integrated Approach to Research Design, Measurement and Statistics*. London: SAGE publications.
- Boyle, J. (2004). Bioinformatics in undergraduate education: Practical examples. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 32(4), 236–238. doi:10.1002/bmb.2004.494032040376
- Ditty, J., Kvaal, C., Goodner, B., Freyermuth, S., & Bailey, C. (2010). Incorporating Genomics and Bioinformatics across the Life Sciences Curriculum. *Plos Biology*, 8(8): e1000448. doi:10.1371/journal.pbio.1000448
- Fan, S., Radford, J., & Brown, J. (2013). A virtual learning community supporting the general practice education and training in australia. *5th International Conference on Education and New Learning Technologies* (pp. 626-633). Barcelona: 978-84-616-3822-2.
- Lewitter, F., & Bourne, P. (2011). Teaching Bioinformatics at the Secondary School Level. *PLoS Comput Biol*, 7(10): e1002242. doi:10.1371/journal.pcbi.1002242
- Machluf, Y., & Yarden, A. (2013). Integrating Bioinformatics Into Senior High School: Design Principles and Implications. *Briefings in Bioinformatics*, Vol 14. NO 5, 648 - 660. doi:doi:10.1093/bib/bbt030
- Machluf, Y., Gelbart, H., Ben-Dor, S., & Yarden, A. (2017). Making authentic science accessible-the benefits and challenges of integrating bioinformatics into a high-school science curriculum. *Briefings in Bioinformatics*, 18(1), 145-159. doi:doi:10.1093/bib/bbv113
- Magana, A., Taleyarkhan, M., Alvarado, D., Kane, M., Springer, J., & Clase, K. (2014). A Survey of Scholarly Literature Describing the Field of Bioinformatics Education and Bioinformatics Educational Research. *CBE Life Sci Educ.*, 13(4): 607–623. doi:10.1187/cbe.13-10-0193
- Marques, I., Almeida, P., Alves, R., Dias, M. J., Godinho, A., & Pereira-Leal, J. (January de 2014). Bioinformatics Projects Supporting Life-Sciences Learning in High Schools. (W. I. Fran Lewitter, Ed.) *PLoS Computational Biology*, 10(1): e1003404. doi:doi:10.1371/journal.pcbi.1003404
- Sadek, H. A. (2004). *Bioinformatics: Principles, Basic Internet Applications*. Canada: Tradford Publishing.