

# DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM E CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO: O CASO DA GENÉTICA

**CID, MARÍLIA e NETO, ANTÓNIO J.**

Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 7002-554 Évora, Portugal

<mcid@uevora.pt>

---

**Palavras chave:** Dificuldade de aprendizagem; Conhecimento pedagógico do conteúdo; Resolução de problemas; Genética.

## OBJECTIVOS

É hoje largamente reconhecido que a ciência deve integrar os recursos culturais de qualquer pessoa, nomeadamente por ser parte integrante de uma mundovisão contemporânea solidamente fundamentada. A biologia tem, obviamente, o seu lugar nesta tarefa, até por se ter vindo a converter numa ciência dotada de forte dinamismo e com um desenvolvimento ímpar na actualidade.

A escola continua a ser o principal cenário onde os alunos podem ter acesso à aprendizagem estruturada dos conceitos científicos, com vista à construção de um conhecimento sólido e produtivo. Só esse tipo de conhecimento poderá permitir aos alunos, enquanto futuros cidadãos de pleno direito, tirar, nomeadamente, maior partido da informação veiculada diariamente pelos meios de comunicação social.

No que tem especificamente a ver com os conceitos biológicos, é um facto incontornável que estes levantam muitas vezes dificuldades de aprendizagem. O conhecimento dessas dificuldades e dos contextos em que surgem constitui um requisito determinante para que o professor possa ser capaz de organizar, estruturar e apresentar os temas aos alunos de forma adaptada aos seus interesses e capacidades. Trata-se, no fundo, de um conhecimento próprio do professor que Shulman (1987) designou por *conhecimento pedagógico do conteúdo* e que implica a interligação do conhecimento do conteúdo a ensinar com o conhecimento pedagógico e didáctico apropriado, sendo construído a partir do confronto com a prática.

Tendo por base estas preocupações de partida, foi por nós levado a cabo um estudo que incorporou uma intervenção na sala de aula e cujos principais objectivos foram os seguintes:

- Realizar o levantamento das dificuldades de aprendizagem de alunos em genética.
- Validar algumas abordagens de sala de aula potencialmente superadoras das dificuldades diagnosticadas.

## QUADRO TEÓRICO

### Conhecimento Pedagógico do Conteúdo

Para Shulman (1987), ao conhecimento pedagógico do conteúdo corresponde:

aquela mistura especial entre conteúdo e pedagogia que pertence unicamente aos professores, constituindo a sua forma especial de compreender a profissão (...), [e que estabelece] a ligação entre o conteúdo das disciplinas e a pedagogia no sentido de uma compreensão de como os tópicos particulares, os problemas ou os temas podem ser organizados, repre-

sentados e adaptados de acordo com os diversos interesses e capacidades dos alunos e apresentados para o ensino. ( p. 8)

Configurando um modelo simultaneamente de pensar e de fazer, de reflectir e de agir e de ensinar e aprender a ensinar, a perspectiva de Shulman exige que os professores sejam capazes de desenvolver, em primeiro lugar, uma sólida base de conhecimento sobre o conteúdo que ensinam, os objectivos que perseguem, os alunos a que ensinam e o contexto no qual o ensino vai ter lugar. A seguir, trata-se de transformar os seus próprios conhecimentos em representações que possam ser adaptadas à construção activa do saber por parte dos alunos, para, posteriormente, poderem avaliar e reflectir sobre o seu ensino e sobre o que aprenderam. Estas reflexões levam à aquisição de novos conhecimentos por parte dos professores e, deste modo, a aprenderem com a própria experiência.

O conhecimento do professor para desenvolver um bom ensino não pode, assim, ficar confinado aos resultados das investigações e a componentes teóricas e conceptuais, ainda que importantes. Sendo um conhecimento fortemente experiencial e contextual, tem de incorporar também o saber fazer e o saber porquê, consubstanciando o que muitos autores designam por *conhecimento profissional*, o qual, aliás, é o que maior impacte parece ter nas acções dos professores na sala de aula.

O conhecimento das principais dificuldades e condicionantes de aprendizagem que os alunos, em geral, enfrentam ao estudar um novo tópico de ciências constitui, precisamente, um dos factores que podem fornecer, à partida, elementos importantes para que os professores transformem o conteúdo a ser ensinado.

### **Dificuldades de aprendizagem em genética**

As dificuldades que os conteúdos científicos levantam decorrem, frequentemente, da própria natureza desses conceitos, como é, por exemplo, o caso dos conceitos de ADN, proteína ou gene, os quais escapam a um acesso sensorial directo dos alunos, ou seja, às suas experiências quotidianas. O mesmo se passa, aliás, com muitos dos processos estudados em biologia, como é o caso da síntese proteica ou da divisão celular. Para além disso, a informação que os alunos já possuem acerca destes conceitos ou processos pode interferir no processo de construção de significados, causando distorção ou compartimentação do novo conhecimento.

A genética, tema imprescindível a qualquer base conceptual para a compreensão da evolução dos seres vivos e da própria biologia, constitui um campo paradigmático para a ilustração de muitas das dificuldades e problemas de aprendizagem a que antes se aludiu.

Diversos estudos têm, de facto, mostrado que a genética é um tema considerado difícil de aprender (Wood-Robinson et al., 2000), mesmo para aqueles alunos que finalizam com sucesso o ensino secundário e passam nos exames de acesso a cursos de biologia. Testes realizados a alunos universitários após o estudo de tópicos de genética têm, com efeito, evidenciado que aqueles nem sempre conseguem estabelecer as associações que os professores esperariam (Bahar et al., 1999).

As dificuldades dos alunos com a linguagem da genética são, em particular, recorrentemente referidas e atribuídas ao facto de ser a genética uma área caracterizada por um vasto e complexo vocabulário, onde os alunos mostram muitas vezes dificuldades em compreender e diferenciar os conceitos envolvidos, como é o caso dos associados a termos como alelo, gene ou homólogo. As próprias expressões matemáticas usadas neste contexto são, muitas vezes, alvo de confusões dos alunos, até porque os símbolos respectivos nem sempre são usados consistentemente por professores e autores de manuais didácticos.

Lewis et al. (2000) sugerem, nesse sentido, que, para os alunos construírem uma estrutura conceptual coerente que lhes permita uma melhor compreensão da genética e da hereditariedade, necessitam de alcançar um nível de compreensão elevado da relação entre estruturas básicas, em particular da ligação física entre genes e cromossomas, devendo isso ser tornado explícito pelos professores. Só assim os alunos poderão compreender claramente o modo como, por exemplo, os processos da mitose, da meiose e da fecundação resultam numa continuidade de informação genética dentro e entre organismos.

Muitos desses conceitos e processos são aprendidos em tópicos separados e desfasados no tempo e as relações entre eles raramente são explicitadas, esperando os professores que os alunos sejam capazes de estabelecer as pontes necessárias por si mesmos, o que, como fazem notar Lewis et al. (2000), não deixa de se revelar uma expectativa demasiado otimista.

A complexidade aumenta quando a estes factores se aliam os diferentes níveis de pensamento necessários à abordagem deste tema. Na genética esses níveis manifestam-se do seguinte modo: a observação de características morfológicas de seres vivos como plantas ou insectos ocorre ao nível macro; o apelo aos genes, alelos e outros conceitos similares para explicar o macro leva os alunos para o sub-micro, o qual não é directamente acessível aos sentidos; estes conceitos e processos são depois representados e manipulados por dispositivos matemáticos que são do nível simbólico e são usados para explicar o que acontece no sub-micro, o qual, por sua vez, origina o macro. A interligação dos três níveis só se consegue proporcionando as condições (nomeadamente temporais) adequadas ao desenvolvimento de trabalho experimental do nível macro, controlo cuidadoso do vocabulário e dos conceitos do nível sub-micro e introdução faseada do nível simbólico (Bahar et al., 1999).

## DESENVOLVIMENTO

O estudo mais vasto (Cid, 2004), em que se baseiam os resultados aqui apresentados, implicou duas fases distintas e sequenciadas, uma de natureza descritiva e outra interventiva. A *Fase Descritiva* foi planeada com o objectivo de permitir a recolha de dados sobre a realidade existente, os quais, em conjugação com a informação proporcionada por outras pesquisas referenciadas na literatura, pudessem assegurar uma plataforma de triangulação capaz de dar suporte conceptual e metodológico a uma intervenção directa na sala de aula, ou seja, à *Fase Interventiva*. Esta consistiu, basicamente, numa actuação directa numa turma real de uma escola secundária de Évora (Portugal), através da leccionação, pela primeira autora deste trabalho, da unidade *Hereditariedade*, em cooperação com a professora da turma. O grupo-turma foi estudado como um caso, configurando uma unidade analisada em profundidade, onde se levou a cabo uma intervenção (no sentido de tentar contribuir para a superação dessas dificuldades dos alunos) numa perspectiva de investigação-acção.

Na primeira fase, a recolha de dados foi efectuada através da aplicação de inquéritos por *entrevista semi-estruturada* a 21 alunos, com idades compreendidas entre os 15 e os 17 anos, visando a identificação das principais dificuldades dos alunos nos tópicos de biologia do programa do 11º ano de Ciências da Terra e da Vida, em especial no tópico *Hereditariedade*.

As dificuldades sentidas e expressas pelos alunos, neste estudo, foram agrupadas em duas categorias: *dificuldades de ordem genérica* e *dificuldades específicas*. As primeiras focalizaram sobretudo a extensão do programa e a quantidade de informação para estudar e memorizar. Quanto às segundas, os alunos afirmaram sobretudo ter sentido dificuldades ao nível de tópicos do programa como a Fotossíntese, a Respiração e a Fermentação, ADN, Reprodução e Hereditariedade.

No que diz respeito ao caso especial da *Hereditariedade*, é interessante salientar que, apesar de ter recolhido as preferências de grande parte dos alunos (16 dos 21 entrevistados), foi, como antes se assinalou, um dos tópicos em que alguns dos alunos afirmaram ter sentido mais dificuldade. O que neste tema suscitou maiores dificuldades de compreensão e realização aos alunos foi, sem dúvida, os problemas de genética. Alguns afirmaram ter sentido bastantes dificuldades, sobretudo na fase inicial, para entenderem o mecanismo de funcionamento e o processo de resolução; ultrapassada essa fase, e segundo os seus testemunhos, alguns deles terão, contudo, conseguido superar tais dificuldades.

Esta evidência parece pressupor que, uma vez encontrado o mecanismo de resolução, os alunos funcionavam de forma repetitiva e aplicavam o algoritmo de forma mecânica.

De facto, quando, no âmbito do mesmo estudo, e durante as entrevistas, os alunos foram solicitados a resolver um problema de genética em concreto, e apesar de a maioria ter sido capaz de apresentar a resposta final, nenhum conseguiu explicar completamente a estratégia de resolução em função dos conceitos e processos envolvidos.

A intervenção na sala de aula (fase interventiva) procurou, precisamente, ter em conta as dificuldades identificadas e diagnosticadas previamente, privilegiando-se estratégias que dessem ênfase à explicitação do conhecimento declarativo e processual dos alunos e atender à complexidade da prática lectiva, nomeadamente no que tem a ver com os factores contextuais da aprendizagem.

Os instrumentos utilizados no final da intervenção (*Ficha de Diagnóstico Final* e *Questionário de Atitude*) permitiram obter dados que apontaram para uma evolução positiva dos alunos a nível conceptual, processual e atitudinal.

## CONCLUSÕES

Confrontando a evidência recolhida neste estudo com a que a literatura apresenta no domínio objecto de investigação, foi possível estabelecer algumas orientações para o ensino e a aprendizagem da genética escolar, destacando-se as seguintes:

- Diagnóstico das ideias prévias dos alunos e utilização de esquemas para a resolução dos problemas que explicitem os mecanismos de resolução e a sua relação com os conceitos.
- Apresentação dos princípios e dos conceitos da genética de forma a serem óbvias as relações entre os conceitos, nomeadamente entre as estruturas básicas – célula, núcleo, cromossoma, gene, ADN.
- Explicitação da relação entre os processos – mitose, meiose e fecundação -, os ciclos de vida e a continuidade da informação genética.
- Abordagem dos conceitos do simples para o complexo: à medida que os alunos vão dominando os conteúdos, a sua formulação deve tornar-se mais complexa, apresentando problemas divergentes, propiciando a formulação de hipóteses alternativas.
- Iniciação dos problemas com situações simples e de interesse para os alunos, promovendo a recolha de dados.
- Apresentação de problemas destinados a que os alunos aprendam o algoritmo (exercícios), mas também problemas autênticos que impliquem, entre outras tarefas, analisar dados, emitir hipóteses explicativas ou interpretar resultados.
- Recurso a problemas não apenas no final das aulas, mas também como incentivo à motivação e para os alunos explicitarem ideias sobre os conceitos ou para reestruturarem os seus conhecimentos.
- Discussão dos critérios usados pelos alunos nos problemas, pondo ênfase no processo e suas dificuldades, mais do que no produto.
- Clarificação da passagem do macronível para o micronível, de tal forma que os alunos sejam capazes de ver os conceitos como parte de um todo sistémico.

Das implicações e sugestões antes apresentadas, extraídas do contexto específico da genética, decorre como imperativo pedagógico a necessidade imperiosa de os professores serem capazes de tornar esses conteúdos acessíveis aos alunos, assegurando-lhes aprendizagens verdadeiramente significativas. Como aqui defendemos, tal implica um reforço da base de *conhecimento pedagógico do conteúdo* a nível da formação inicial e contínua dos professores, o que exige a verificação de mudanças nesses campos, susceptíveis de induzirem reais transformações no conhecimento e no desenvolvimento profissional e pessoal do professor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHAR, M., JOHNSTONE, A. H. e HANSELL, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, Vol. 33(2), pp. 84-86.

- CID, M. (2004). *Da aprendizagem dos alunos à construção do conhecimento do professor de biologia: Um estudo no âmbito da genética*. Tese de doutoramento não publicada, Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, Évora.
- LEWIS, J., LEACH, J. e WOOD-ROBINSON, C. (2000). What's a cell? – young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *Journal of Biological Education*, Vol. 34(3), pp. 129-132.
- SHULMAN, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, Vol. 57(1), pp. 1-22.
- WOOD-ROBINSON, C., LEWIS, J. e LEACH, J. (2000). Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, Vol. 35(1), pp. 29-36.