

LITERACIA CIENTÍFICA E FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

SCIENTIFIC LITERACY AND INITIAL TRAINING OF BIOLOGY TEACHERS

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE BIOLOGÍA

Rui Trindade

Professor Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade do Porto, Portugal
E-mail: trindade@fpce.up.pt
<http://orcid.org/0000-0001-8740-5382>

Alberto Tchissonde

Doutorando em Ciências da Educação na Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto
E-mail: dr.albertomaxha@gmail.com

RESUMO

Este trabalho aborda a literacia científica como objetivo fundamental dos cursos de formação inicial de professores de Biologia. Inicialmente, promove-se uma reflexão teórica sobre a problemática que o inspira, a qual sustenta o estudo realizado. De modo geral, demonstra-se que tal objetivo é desvalorizado no âmbito do curso de formação analisado, tanto em relação aos objetivos e competências previstos nos planos de estudo das disciplinas do ramo científico quanto às opções metodológicas, além dos enunciados dos testes e exames. Conclui-se, assim, que estamos diante de um problema que poderá afetar quer a qualidade formativa do trabalho que os estudantes promoverão mais tarde, nas respectivas escolas, quer o próprio desenvolvimento da sua literacia curricular e pedagógica. Tal problemática, neste artigo, aprofunda-se em função do vínculo que se estabelece entre este tipo de literacia e a literacia científica.

Palavras-chave: Literacia científica. Literacia curricular e pedagógica. Formação inicial docente.

ABSTRACT

This work approaches scientific literacy as a fundamental objective of the initial training courses for Biology teachers. Initially, it promotes a theoretical reflection on the issue that inspires it, which supports the study carried out. In general, it is shown that this objective is devalued in the scope of the analyzed training course, both in relation to the objectives and competencies foreseen in the study plans of the subjects of the scientific field as well as the methodological options, in addition to tests and exams statements. It is concluded, therefore, that we are facing a problem that may affect both the formative quality of work that students will later promote, in their respective schools, and the development of their curricular and pedagogical literacy. This issue is deepened, in this article, due to the link established between this type of literacy and the scientific literacy.

Keywords: Scientific literacy. Curricular and pedagogical literacy. Initial teacher training.

RESUMEN

Este es un trabajo donde la alfabetización científica se aborda como objetivo fundamental de los cursos de formación inicial para docentes de Biología. El texto comienza proponiendo la reflexión teórica sobre la problemática que lo inspira, que sustenta el estudio realizado. Este, en general, nos muestra cómo ese objetivo se devalúa en el ámbito del curso de formación que se analizó, en los objetivos y competencias previstos en los planes de estudio de las disciplinas de la rama científica, así como a nivel de opciones metodológicas y enunciados de pruebas y exámenes realizados. Concluimos que estamos ante un problema que puede afectar tanto a la calidad formativa del trabajo que luego dinamizarán los estudiantes en sus respectivas escuelas, como al desarrollo de su alfabetización curricular y pedagógica. Un problema que, en este artículo, se profundiza por el vínculo que se establece entre este tipo de alfabetización y la alfabetización científica.

Palabra-clave: Alfabetización científica. Alfabetización curricular y pedagógica. Formación inicial del profesorado.

INTRODUÇÃO

Vivemos em um tempo em que a literacia científica é assumida como um objetivo educacional prioritário, decorrente da necessidade de se estimular perspectivas e atitudes informadas sobre problemáticas, como as alterações climáticas, os alimentos transgênicos ou a clonagem. Ou seja, não basta ter acesso à informação, é necessário aprender a utilizá-la para sustentarmos a nossa visão de mundo, para construir uma consciência crítica e coerente, bem como a participar, de forma responsável, nos debates sobre assuntos tão decisivos para a nossa vida pessoal e a nossa vida em comum. Segundo Reis (2006), qualquer cidadão necessita de conhecimentos científicos em vários domínios, de modo a garantir uma experiência informada e inteligente em face do mundo natural que, por sua vez, permita que estes conhecimentos possam ser úteis na nossa vida diária. Malho *et al.* (2013), destacam a definição de literacia científica adotada pela OCDE, em 2002, enquanto capacidade de usar conhecimentos científicos, de reconhecer questões científicas e retirar conclusões baseadas em evidências, de forma a compreender e apoiar a tomada de decisões acerca do mundo natural e das mudanças nele efetuadas, através da atividade humana.

É de acordo com o reconhecimento da necessidade de se estabelecer uma relação inteligente e socialmente significativa com a ciência que construímos a reflexão que partilhamos através deste texto. Tal reflexão versa sobre a literacia científica na área da Biologia, como o objeto de referência da abordagem que se produz sobre a necessidade quer de se repensar o estatuto de um tal conceito na formação inicial de professores de

Biologia, quer de se pensar o seu impacto ao nível do desenvolvimento da literacia curricular e pedagógica dos estudantes para quem essa formação se dirige.

Segundo Aguiéiras (2011, p. 13), o termo “Literacia Científica” é uma tradução literal do termo *scientific literacy*, cujo significado, Pella, O’Hearn e Gale, em 1963, tentaram clarificar, ao analisar vários documentos publicados nos anos 50 e 60 nos Estados Unidos da América do Norte”. Trata-se de uma preocupação que deverá ser compreendida à luz da afirmação da ciência como uma problemática decisiva do mundo do pós-guerra. Uma problemática que, segundo Aguiéiras (2011, p. 13), estimulou a necessidade de se esclarecer o que é “um indivíduo literato em ciência”, o qual é definido como alguém capaz de “compreender conceitos básicos de ciência e a natureza da ciência”, de “reconhecer as implicações de questões de ordem ética na atividade do cientista” ou de “discutir as inter-relações existentes entre a ciência, a sociedade e as humanidades, assim como de estabelecer diferenças entre a ciência e a tecnologia”. (AGUIÉIRAS, 2011, p. 13).

Em uma tentativa de compreender a gênese e as particularidades do conceito de literacia científica, Tenreiro-Vieira e Vieira (2013, p. 168) confrontam-nos, por sua vez, com algumas abordagens, das quais valorizamos aquelas que dizem respeito à “revisão conceptual e empírica feita por Miller”, a reflexão de Shamos¹ e a abordagem proposta por Bybee².

No caso da revisão produzida por Miller, Tenreiro-Vieira e Vieira (2013, p. 168) consideram que estamos perante um trabalho marcante,

porquanto não só propôs uma definição multidimensional como procurou estabelecer critérios úteis de avaliação da literacia científica. Na perspetiva de Miller, a literacia científica funcional devia ser vista como o nível de compreensão da ciência e da tecnologia necessário para funcionar minimamente como cidadão e como consumidor numa sociedade democrática de cariz científico-tecnológico. Nesse quadro, para o autor, a literacia científica envolve três dimensões relacionadas: a compreensão de normas e do processo de investigação científica (isto é, a natureza da ciência), a compreensão de termos e conceitos base da ciência (isto é, o conteúdo da ciência) e a consciencialização do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade (isto é, questões de política científica).

A valorização da obra de Shamos faz-se por razões diferentes, tendo a ver com a sua recusa em admitir que “um indivíduo educado seja totalmente iliterado em ciências”

¹ Celina Tenreiro-Vieira e Rui Marques Vieira (2013) referem-se, neste caso, à obra «SHAMOS, Morris Herbert. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995»

² Neste caso, Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) centram-se na obra «BYBEE, Rodger (1996). The contemporary reform of science education. In RHOTON, Jack; BOWERS, Patricia. **Issues in science education**. Arlington: National Science Teachers Association, 1996, 1-14.

(TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013, p. 168), o que explica que este autor defenda, por isso, em alternativa que,

o conceito de literacia científica deve ser encarado segundo três níveis de literacia de complexidade crescente. O primeiro, designado por literacia científica cultural, envolve o conhecimento do léxico e do conteúdo da ciência que permite acompanhar a divulgação da ciência e debates que ocorrem na sociedade. Traduz, na perspectiva do autor, uma posição passiva dos indivíduos perante a ciência. O segundo nível, literacia científica funcional, é de cariz activo, pois requer que os indivíduos, para além de conhecerem vocabulário científico, sejam também capazes de ler, escrever e comunicar com os outros sobre assuntos públicos que envolvem a ciência. O terceiro nível, a literacia científica verdadeira, exige que os indivíduos conheçam como se gerou o próprio conhecimento científico e por que é amplamente aceite. A esse nível, o indivíduo deve, ainda, usar capacidades e atitudes científicas.

Finalmente, através da leitura de Bybee, Tenreiro-Vieira e Vieira (2013, p. 169) chamam a atenção para :

a dependência da literacia científica do contexto, do domínio e do tópico em apreciação. Assim, um mesmo indivíduo poderá situar-se em diferentes níveis de literacia consoante os domínios científicos considerados. Por conseguinte, o nível de literacia alcançado deverá ser sempre reportado a um dado contexto.

Constata-se, deste modo, que estamos perante uma problemática cujas implicações educativas não poderão ser negligenciadas como objeto de reflexão, justificando-se, por isso, que este conceito seja tido em conta na formação profissional de professores.

Se esta é uma questão decisiva para se explicar o projeto que desenvolvemos, há outra que merece ser valorizada e que tem a ver com a relação que se pode estabelecer entre o desenvolvimento da literacia científica e o desenvolvimento da literacia curricular e pedagógica destes profissionais, nos cursos de formação inicial de professores. Trata-se de uma problemática recorrente que está presente, de algum modo, na abordagem de Schulman (2014, p. 206) sobre o conhecimento profissional dos professores, em função da qual este autor atribui ao “conhecimento pedagógico do conteúdo” uma centralidade inédita que visa opor-se à dicotomização estéril do espaço formativo que aos docentes diz respeito, em função da qual se definem como domínios de formação mutuamente exclusivos o domínio da formação científica e o da formação curricular e pedagógica.

Na perspectiva deste autor, este é o tipo de conhecimento que permite distinguir um docente de uma disciplina de um especialista no campo de saber a que essa disciplina diz respeito, dado que é o referido conhecimento que permite que um professor possa raciocinar em termos curriculares e pedagógicos. Assim, identifica-se quais são as ideias e

competências nucleares de uma dada disciplina ou das temáticas que a integram e, neste âmbito, é possível conhecer as ideias que foram emergindo, as que foram abandonadas, bem como “as regras e procedimentos da boa pesquisa ou produção acadêmica” (SCHULMAN, 2014, p. 206), que tiveram lugar em uma determinada área. É um tipo de compreensão que, de acordo com Shulman (2014, p. 216), sustenta a possibilidade dos professores se envolverem no “desenvolvimento de um reportório curricular”, de forma informada e coerente, o que lhe permite tomar decisões sobre o que ensinar, como ensinar, o que avaliar e como avaliar; gerir, da forma o mais adequada possível, a utilização de “analogias, metáforas, exemplos, demonstrações, explicações” e refletir criticamente acerca das decisões e dos acontecimentos quotidianos (SHULMAN, 2014, p. 216).

A literacia científica na disciplina da biologia: que implicações curriculares e pedagógicas?

A reflexão sobre o desenvolvimento da literacia científica na área da Biologia é uma análise que, como em qualquer outra área do saber, implica o nosso envolvimento em uma reflexão de natureza epistemológica que permita compreender os momentos históricos referentes ao processo de construção dos saberes e as tensões conceituais e heurísticas que os marcaram e os consensos que se foram estabelecendo. Tal decisão não corresponde, contudo, à aceitação de uma relação apriorística de subordinação do saber a ensinar ao «saber sábio» (CHEVALLARD, 1991) ou que se pretenda ignorar as tensões e os conflitos epistemológicos entre as áreas curriculares e as áreas do saber. Pelo contrário, o que se deseja é estabelecer um processo de interlocução consequente entre aqueles saberes e estas áreas, de forma a definir-se o que se entende por literacia científica, em função dos pressupostos, referidos no item anterior.

É um investimento visto como uma necessidade relacionada com o processo de reflexão educativa que neste texto se pretende promover; justifica-se, então, que abordemos a constituição da Biologia como uma ciência autônoma, a partir de uma perspetiva histórico-epistemológica.

Neste sentido, aponta-se que a Biologia se afirma como ciência autônoma no decurso do século XIX; ainda que, do ponto de vista epistemológico, esse momento não pode ser dissociado do que poderemos considerar como a sua pré-história. Um vasto período que remonta a Aristóteles (PRESTES, 1997) que, a partir de diferentes tratados,

nomeadamente na sua *História dos Animais*, contribuiu para validar a cosmovisão essencialista que constitui um dos pilares epistemológicos da Biologia. Pilar este que, de acordo com Mayr (2004, p. 32), se caracteriza por entender que a

variedade aparentemente infindável de fenômenos, na realidade consistia num número limitado de tipos naturais [natural kinds] - essências ou tipos [types] -, cada qual formando uma classe. Os membros de cada classe eram concebidos como idênticos, constantes e claramente separados dos participantes em qualquer outra essência. A variação, portanto, era inessencial e acidental. O essencialista ilustrava esse conceito com o exemplo do triângulo. Todos os triângulos têm as mesmas características fundamentais e são nitidamente delimitados em relação a retângulos ou qualquer outra figura geométrica.

Estamos perante uma perspectiva que começa a ser posta em causa com a revolução científica no século XVI, em função da qual se consagra o paradigma cartesiano de ciência como o modelo científico dominante (SANTOS, 1990). No campo da Biologia será, somente, no século XIX, que as implicações deste paradigma se fazem sentir no campo delimitado pela Biologia, a qual se passa definir como ciência sob a influência da Física e, em particular, do mecanicismo newtoniano, que, até aos finais da década de 50, foi a área de saber que mais influenciou este campo do conhecimento (ANDRADE, 2011). Define-se, assim, um segundo pilar epistemológico que poderemos designar como mecanicista.

O vitalismo é o terceiro pilar epistemológico, que emerge como reação à cosmovisão mecanicista, a qual, segundo a leitura vitalista, é considerada inadequada para responder às especificidades dos fenômenos e dos objetos de saber que caracterizam a Biologia (POLISELI *et al.*, 2013). De modo geral, o vitalismo caracteriza-se “por postular a existência de uma força ou impulso vital sem a qual a vida não poderia ser explicada.” (CORRÊA *et al.*, 2008, p. 25). Trata-se de um tipo de cosmovisão que tem as suas raízes, igualmente, na Grécia Antiga, conduzindo-nos, novamente, às “observações de Aristóteles sobre o ovo e o desenvolvimento embrionário dos animais que originaram a teoria que ele chamou de ‘epigênese’, para dar conta do surgimento de um novo ser vivo.” (SILVA; DUARTE, 2016, p. 429).

Apesar das suas vulnerabilidades epistemológicas, o vitalismo terá de ser compreendido em função do peso do “monopólio das ciências físicas (com frequência qualificado como cartesianismo)” (MAYR, 2004, p. 29) na afirmação da Biologia como ciência autônoma. Para Mayr (2004, p. 29) é um tal monopólio que está na origem da invocação de “forças ocultas (vitalismo e teleologia)”, por parte de um conjunto de autores, dos quais salienta Bergson e Driesch que embora “pressentissem que o vitalismo

era uma abordagem inadequada, não conseguiram encontrar uma solução melhor.” (p.29). Segundo o mesmo autor, tratava-se de “uma reação natural ao mecanicismo grosseiro de Descartes.” (MAYR, 2004, p.30), que não se mostrou capaz de responder a algumas questões desafiadoras dos biólogos do conhecimento, como, por exemplo,

como pode uma máquina regenerar partes perdidas, como vários organismos são capazes de fazer? Como pode uma máquina replicar a si mesma? Como podem duas máquinas fundir-se em uma única, como na fusão de dois gametas para produzir um zigoto? (MAYR, 2004, p.30)

É o investimento na definição da Biologia já não como ciência autônoma, mas como ciência única, que está na origem de uma nova proposta epistemológica que, de acordo com Capra (1996), resulta da afirmação do pensamento sistêmico em oposição ao pensamento analítico cartesiano, já que nem as propriedades das partes permitem, por si só, compreender as dinâmicas das entidades que constituem o objeto de estudo, nem estas dinâmicas poderão ser percebidas de forma descontextualizada.

É importante mencionar as contribuições de Rosnay (1977), quando propõe o conceito de macroscópio, ou de Bertalanffy (1973), por via da teoria geral dos sistemas, para legitimar a necessidade de transição do pensamento analítico para o sistêmico. Cremos, no entanto, que uma das propostas mais decisivas para caracterizar a auto-organização como pilar epistemológico de referência da Biologia é a de Maturana e Varela (1998), através do conceito de autopoiesis e da definição dos seres vivos como máquinas autopoieticas. Isto é como:

uma máquina organizada como um sistema de processos de produção de componentes concatenados de tal maneira que produzem componentes que: (i) geram os processos (relacionais) de produção que os produzem através das suas contínuas interações e transformações, e (ii) constituem a máquina como uma unidade no espaço físico (...) sob condições de contínua perturbação e compensação destas perturbações (produção de componentes) (MATURANA; VARELA, 1998, p. 69).

Em suma, pode afirmar-se que são as opções e as tensões que foram sumariamente descritas para identificar onde nos situamos, no âmbito da discussão sobre o conceito de literacia científica em Biologia, que permitem sustentar como este conceito pode se constituir como uma referência do trabalho educativo a se desenvolver no âmbito da formação de professores e dos alunos.

Trata-se de um trabalho que, na nossa perspectiva, encontra na noção de pensamento complexo de Morin (1995) um recurso conceitual inestimável, entre muitas outras razões passíveis de serem identificadas, por introduzir a incerteza como condição epistemológica que a ciência não pode desprezar, dado que o “pensamento complexo sabe perfeitamente que a certeza generalizada é um mito” (MORIN *et al.*, 2004, p. 59). Deste modo, o papel do acaso e da desordem deixa de ser visto, também, como um problema para ser abordado como uma condição. Implode, igualmente, a dicotomia sujeito-objeto como propriedade que asseguraria a possibilidade de construir o conhecimento científico como um conhecimento cujo rigor dependeria da neutralidade do sujeito, tendo em conta que aquele tipo de conhecimento não poderá ser dissociado nem do sujeito que o constrói, nem dos saberes e interesses que animam o seu trabalho (SANTOS, 1990). Outra característica do pensamento complexo tem relação com o que Morin *et al.* (2004, p. 61) designam como a “tensão permanente entre a aspiração a um saber não-fragmentado, não-dividido, não-reducionista, e o reconhecimento do caráter inacabado e incompleto de qualquer conhecimento”, uma tensão que estimula o desenvolvimento de dinâmicas de transfertilização interdisciplinar, as quais são decisivas para gerir, de forma produtiva e coerente aquela tensão. Por fim, é necessário compreender as limitações e o equívoco de um tipo de conhecimento que “avança iluminando aquilo que anteriormente se encontrava na escuridão, ignorando que toda a luz também produz sombras.” (MORIN *et al.*, 2004, p. 61). De acordo com o que Morin designa por “epistemologia complexa” (MORIN, 1996, p. 32), é importante “tomar consciência dos limites do conhecimento, o que é um progresso, porque o conhecimento dos limites é sempre um progresso do conhecimento”, dado que uma tal atitude “permitirá ao mesmo tempo conhecer o nosso conhecimento, fazê-lo progredir em novos territórios, e confrontarmo-nos com a indizibilidade e indecibilidade do real.” (MORIN, 1996, p. 32). Em conclusão, o que se pretende não é desprezar o conhecimento culturalmente validado, mas reconhecer os seus limites, de modo a anunciar as possibilidades da sua afirmação e importância.

Quais as implicações curriculares e pedagógicas, na disciplina de Biologia, de uma tal abordagem epistemológica?

Sabemos que as respostas a esta questão não podem ser dissociadas das problemáticas específicas da disciplina em questão, cuja diversidade deverá ser tida em

conta, do ponto de vista das suas particularidades conceituais e heurísticas, já que, em termos epistemológicos, há um conjunto de orientações invariantes que configura a possibilidade de se construir um modelo de ensino que entenda a literacia científica como um objetivo curricular e pedagógico prioritário. Desse conjunto de orientações, realçam-se aquelas propostas por Cachapuz *et al.* (2002) e que têm a ver com a necessidade de abordar o conhecimento científico em função da sua “dimensão pós-positivista” (CACHAPUZ *et al.*, 2002, p. 47), de contextualizar a relação com a ciência e de atribuir uma maior centralidade à “dimensão experimental.” (CACHAPUZ *et al.*, 2002, p. 53). Trata-se de uma reflexão que Cachapuz *et al.* (2005, p. 39-51) aprofundam, identificando possíveis visões deformadas da ciência e da tecnologia, a saber: (i) a “visão descontextualizada” (p. 40); (ii) a “concepção individualista e elitista”; (iii) a “concepção empirio-indutivista e atórica”; (iv) a “visão rígida, algorítmica, infalível...”; (v) a “visão aproblemática e ahistórica”; (vi) a “visão exclusivamente analítica”; e (vii) a “visão acumulativa de crescimento linear”.

É a partir desta abordagem que se compreende melhor porque o que Cachapuz *et al.* (2002) identificam por modelo de ensino por transmissão pode ser entendido como um obstáculo ao desenvolvimento da literacia científica dos alunos, dado que penaliza as suas atividades de investigação, burocratiza o trabalho docente e estabelece iniciativas educativas que, de acordo com as palavras daqueles autores, privilegiam “a extensão e não a profundidade nas abordagens programáticas.” (CACHAPUZ *et al.*, 2002, p. 41). Em tal modelo, o trabalho experimental é circunscrito, por um lado, a um trabalho “ilustrativo, demonstrativo e de sentido verificatório ou quando muito confirmatório.” e, por outro, “o protocolo experimental, ao ter a as instruções todas muito detalhadas, não dá ao espaço ao aluno para, ao menos, perguntar para quem está a fazer o que lhe foi dito para fazer.” (CACHAPUZ *et al.*, 2002, p. 146).

Por outras razões, pode-se considerar, também, que um outro modelo de ensino, a que Cachapuz *et al.* (2002) se referem, o modelo de “Ensino por Descoberta” (p. 146), constitui, igualmente, um obstáculo ao desenvolvimento da literacia científica. Trata-se, na perspetiva dos mesmos autores, de uma abordagem que “privilegia o ensino dos designados processos da ciência como reacção à ortodoxia de ensino de carácter expositivo e muito centrado nos factos científicos.” (CACHAPUZ *et al.*, 2002, p. 147), ainda que, de acordo com a mesma perspetiva, estejamos perante um modelo que confere “uma imagem empirista/indutivista do trabalho dos cientistas, conduzindo ao mito do «MC»

[Método Científico], já que, segundo esta ideia, os cientistas para chegarem à verdade caminham de forma mecânica, invariável e linear dos factos para as ideias.” (CACHAPUZ et al., 2002, p. 148).

Tende-se, assim, a fomentar “imitações ingênuas da investigação científica, já que cria nos alunos a ilusão de que seguindo o «método científico» obterão resultados análogos aos dos cientistas.” (CACHAPUZ et al., 2002, p. 148). Em suma, trata-se de uma perspetiva que corporiza as ilusões e as vulnerabilidades do que Trindade e Cosme (2010, p. 41) designam por “paradigma pedagógico da aprendizagem”, o qual promove uma conceção em que os alunos tendem a ser vistos como seres culturalmente autossuficientes (TRINDADE, 2014).

Um outro modelo de ensino é o modelo de *Ensino para a Mudança Conceitual* (CACHAPUZ et al., 2002, p. 152), que caracteriza-se por se afastar, de forma clara, do empirismo do *Modelo de Ensino pela Descoberta* e do racionalismo do *Modelo de Ensino pela Transmissão*, definindo-se, em larga medida, como um modelo através do qual se estabelece um confronto entre as conceções alternativas dos alunos e as conceções cientificamente validadas. Assim, os alunos deixam de ser vistos como seres culturalmente autossuficientes, defendendo, por isso, Cachapuz, Praia e Jorge (2002, p. 165-166) que os professores devem:

- (i) induzir nos alunos um desequilíbrio conceptual; (ii) ajudar o aluno a interrogar-se e a explicitar o seu próprio pensamento; (iii) contribuir, agora, para uma adequada confrontação das suas ideias com outras opiniões, em particular, com as dos seus colegas; (iv) utilizar esquemas, gráficos, fazer uma síntese, por exemplo, que ajude à reflexão e a uma nova visão da realidade construída pelo aluno.

Estamos perante iniciativas no âmbito das quais os professores deixam de ser vistos como facilitadores, assumindo Cachapuz, Praia e Jorge (2002) que poderão em função de três possibilidades: (i) da centralidade da mobilização dos mapas conceituais; (ii) da utilização da História das Ciências como um referencial do trabalho educativo a desenvolver e (iii) da valorização do trabalho experimental.

No âmbito deste modelo, a literacia científica passa a ser considerada um objetivo, o qual, de acordo com a tipologia de Bybee, na leitura proposta por Tenreiro-Vieira e Vieira (2013, p. 169), significa que estamos perante um modelo preocupado, sobretudo, com a “literacia científica conceptual e processual”, tendo em conta que se pretende que os alunos se mostrem capazes “de situar conceitos numa dada disciplina, relacionando-os

com conceitos mais abrangentes” ou “de aplicar procedimentos de metodologia científica para resolver problemas específicos.” (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013, p. 169).

O último modelo proposto por Cachapuz *et al.* (2002) que os autores designam por Modelo de *Ensino por Pesquisa* é o outro modelo que valoriza a literacia científica como objetivo e condição curricular prioritária, ainda que, neste caso, se possa considerar estarmos perante um modelo no âmbito do qual a literacia científica se afirma como um conceito multidimensional. Neste caso, e tendo em conta, ainda, a tipologia de Bybee atrás referenciada, espera-se que os alunos sejam capazes de, para além do que foi referido no modelo anterior, compreender “o papel da ciência na sociedade, bem como os limites e as possibilidades da ciência para a vida pessoal e social.” (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013, p. 169). Neste caso, o que se propõe aos estudantes são:

situações-problema do quotidiano que poderão construir solidamente conhecimentos e refletir sobre os processos da Ciência e da Tecnologia, bem como as suas interrelações com a sociedade e o ambiente, facultando-lhes uma aprendizagem nos domínios científico e tecnológico, possibilitando tomar decisões mais informadas e agir responsabilmente (CACHAPUZ, PRAIA; JORGE, 2002, p. 173).

Confrontando este modelo com o modelo de *Ensino para a Mudança Conceptual* (EMC), Cachapuz *et al.* (2002, p.179) consideram que no:

Modelo de Ensino por Pesquisa não se pretende encontrar, apenas, um meio epistemologicamente adequado para “confrontar, questionar ou refutar as ideias erróneas dos alunos, como tipicamente é o caso do EMC, muito menos de usar o TE [Trabalho Experimental] meramente no sentido confirmatório característico do EPT [Ensino por Transmissão]. Do que se trata agora é de desenvolver actividades mais abertas, valorizando contextos não estritamente académicos, que surgem mais por necessidade de encontrar (re)soluções para os problemas anteriormente definidos e com que os alunos se debatem. Assim, tais actividades tornam-se geradoras de situações em que os dados obtidos por via experimental são o fermento para a discussão, conjuntamente com elementos vindos de outras fontes. Os dados já não são óbvios e os resultados já não falam por si. Faz-se notar, mais uma vez, que os resultados não estão inscritos antes e não são encontrados e adquiridos apriori, mas têm de ser lidos através dos quadros teóricos conhecidos, bem como de outras vivências, nomeadamente com cruzamentos vindos da experiência do quotidiano.

Assim se explica, para Cachapuz *et al.* (2002, p. 175), a emergência e consolidação do modelo CTSA (Ciência – Tecnologia - Sociedade - Ambiente), o qual visa chamar a atenção para uma aprendizagem que se constrói em função de situações-problema contextualizadas, em que estas nem se confundem com “a chamada «resolução clássica de problemas”, nem tão pouco correspondem a “simplificações da realidade, em que as variáveis são isoladas uma das outras para aquela ser melhor compreendida.” (CACHAPUZ

et al., 2002, p. 175). Trata-se de um modelo de ensino em que os alunos são confrontados com problemas relevantes, os quais, por isso, têm “maiores possibilidades dos saberes construídos serem transferíveis e mobilizáveis para o seu quotidiano.” (CACHAPUZ et al., 2002, p. 175).

Estudo: objetivos e procedimentos metodológicos

É em função dos pressupostos, dos desafios, das questões e das opções acabadas de enunciar que se explica porque é que se decidiu realizar um estudo de caso³, através do qual se pretendia investigar se a literacia científica constituía um objetivo de um programa de formação inicial de docentes de Biologia, em uma Escola vocacionada para o efeito, localizada em Angola. Neste sentido, analisaram--se os planos de estudo de todas as disciplinas do ramo científico do programa em questão⁴ e os enunciados dos testes e exames que foram sendo utilizados nalgumas dessas disciplinas.

Com a análise dos documentos acabados de referir, pretendia-se saber se:

- a) os objetivos, as competências e as opções metodológicas, assumidas no âmbito das disciplinas analisadas, tendiam a valorizar o desenvolvimento da literacia científica como objetivo de formação;
- b) o processo de avaliação, previsto e explicitado nos planos de estudos das diferentes disciplinas, era um processo congruente com o desenvolvimento da literacia científica como objetivo de formação;
- c) os enunciados analisados, dos testes e dos exames de algumas das disciplinas do ramo científico do curso que foi o nosso objeto de estudo, podiam evidenciar até que ponto e como a literacia científica constituía uma das preocupações da avaliação.

³ De acordo com Morgado (2012, p. 57), o “estudo de caso é uma estratégia investigativa através da qual se procuram analisar, descrever e compreender determinados casos particulares (de indivíduos, grupos ou situações)” (p. 56), de forma a que o conhecimento que se gera “é, por isso, mais concreto e mais contextualizado, isto é, um conhecimento que resulta do estudo de uma situação/fenómeno específico em que se privilegia a profundidade de análise em detrimento da sua abrangência”.

⁴ O programa de formação inicial analisado é constituído por 42 disciplinas no total, 10 dessas disciplinas são caracterizadas como pertencendo ao domínio da «Formação Geral», 7 ao domínio das «Ciências da Educação», 3 ao domínio da «Prática Pedagógica» e as restantes 22 ao domínio das disciplinas nucleares ou do ramo científico. São estas 22 disciplinas que foram analisadas.

Estamos perante documentos que se enquadram, de acordo com Amado e Ferreira (2014, p. 277), na categoria dos documentos não pessoais, os quais, segundo os mesmos autores,

não devem ser tratados, simplesmente, como fonte de informação, como recurso, mas também como «produtos sociais» que, pela sua análise, possibilitam a compreensão de um conjunto, por vezes com substancial complexidade e abrangência, de fenómenos interacionais e interpretativos que estão por detrás de tais produtos.

Tal potencial heurístico esteve na origem da opção pela análise documental, dado que não só se obteve informação relevante, tendo em conta os objetivos do estudo, como, igualmente, essa mesma informação tinha a vantagem de ser obtida através de uma “metodologia não interferente, isto é, como uma abordagem não reativa em que os dados são obtidos por processos que não envolvem recolha direta de informação a partir dos sujeitos investigados.” (AFONSO, 2005, p. 88).

Em suma, os documentos atrás referidos permitiam-nos ter acesso a informações pertinentes. No caso dos programas, tínhamos à disposição os objetivos das disciplinas nucleares, as competências que se esperava que os alunos desenvolvessem, para além das opções metodológicas e, igualmente, das opções assumidas no domínio da avaliação dos estudantes. Ainda que se possa admitir que nem sempre os programas retratam o que se faz em uma sala de aula, é necessário reconhecer que, apesar de tudo, projetam uma imagem e intenções que não poderão ser negligenciadas, enquanto objeto de investigação. No caso dos enunciados das provas parcelares e dos testes, estávamos perante documentos que têm um valor informativo inestimável, já que podem ser entendidos como importantes formas de analisar as práticas pedagógicas dos professores.

Após decidir-se quais os materiais a analisar, seria necessário, tal como refere Morgado (2012, p. 87), “construírem-se grelhas de análise específicas que permitem orientar o estudo e sistematizar a informação recolhida”, o que esteve na origem dos procedimentos que se passam agora a explicitar e a justificar.

Foi tendo como referência a taxonomia de Bloom (BLOOM, 1971) que se construíram as grelhas de análise dos objetivos e das competências dos programas das disciplinas a analisar, utilizando-se as categorias através das quais Bloom visava identificar os desafios educativos que se deveriam propor aos alunos. Trata-se de uma taxonomia organizada em seis níveis: (i) o conhecimento; (ii) a compreensão; (iii) a aplicação; (iv) a análise; (v) a síntese e (vi) a avaliação, sendo a categoria «conhecimento», a mais simples,

em termos cognitivos e a categoria «avaliação», a mais complexa. Se esta é uma primeira propriedade da lógica de ordenação subjacente à taxonomia de Bloom, há uma segunda que importa valorizar e que tem a ver com o facto de os “comportamentos mais complexos implicarem os mais simples” (HUERTA, 1979). Foi esta taxonomia que utilizamos para categorizar os objetivos e as competências identificadas nos planos de estudos analisados, já que as vulnerabilidades pedagógicas da mesma não afetavam a tarefa que nos propúnhamos realizar (TRINDADE; COSME, 2010), dado que esta tarefa era de natureza distinta daquela em que a taxonomia de Bloom é mobilizada para definir uma espécie de algoritmo que visa prescrever a ação educativa dos professores. Na situação em apreço, as categorias visavam elucidar apenas, por via da formulação dos objetivos e competências, as intenções formativas dos autores dos planos de estudos.

Por sua vez, as opções metodológicas dos professores foram objeto de listagens das atividades que são referidas nos planos de estudo analisados, com o propósito de, eventualmente, vir a estabelecer os nexos entre as opções metodológicas, os objetivos e as competências identificadas em cada uma das disciplinas.

Finalmente, a análise dos enunciados dos testes e dos exames foi realizada em função das categorias de análise que tendo como referência, mais uma vez, a taxonomia de Bloom (1971), resultaram da análise de conteúdo prévia daqueles enunciados. Assim, nos enunciados analisados, identificaram-se as:

- a) questões que implicam a evocação de informação que poderá ser necessária para ser utilizada em atividades concetualmente mais complexas;
- b) Questões que implicam a evocação de informação cujo sentido e significado parecem ser estranhos à sua utilização em atividades concetualmente mais complexas;
- c) Questões que implicam o reconhecimento de informação que poderá ser necessária para ser utilizada em atividades concetualmente mais complexas;
- d) Questões que implicam reconhecer informação cujo sentido e significado parecem ser estranhos à sua utilização em atividades concetualmente mais complexas;
- e) Questões que implicam parafrasear informação que poderá ser necessária para ser utilizada em atividades concetualmente mais complexas;
- f) Questões que implicam a compreensão da informação;
- g) Questões que implicam a aplicação da informação.

É por não serem categorias definidas de forma apriorísticas que se explica que na lista atrás referida não se identifiquem categorias com questões ou tarefas que envolvam operações mais complexas.

Estudo: análise e reflexão sobre os resultados

Na análise e reflexão sobre os resultados do estudo que desenvolvemos, de acordo com os procedimentos atrás revelados, abordaram-se: (i) os objetivos, as competências e as opções metodológicas das disciplinas do domínio científico do curso estudado e (ii) os enunciados dos testes e dos exames.

Perante os resultados da análise de dados produzida, cremos que se pode concluir que, no caso do estudo realizado, foi a preocupação com o domínio da informação, como um fim em si mesmo, que constitui o principal obstáculo à afirmação da literacia científica como objetivo educacional. Fala-se de obstáculo, não para minorizar a importância que o domínio da informação pode assumir para a afirmação da literacia, mas, antes, porque nos planos de estudos analisados a divulgação da informação parece ser vista como o objetivo último da atividade dos professores. Apesar de ser necessário reconhecer a diversidade das preocupações curriculares e pedagógicas patentes nos diferentes planos de estudo analisados, predominam os objetivos e competências relacionados com as categorias que, na taxonomia de Bloom, correspondem às categorias do conhecimento⁵, da compreensão⁶ e, em menor escala, da aplicação⁷. Na figura 1, apresenta-se um quadro que permite fundamentar estas conclusões, mobilizando-se exemplos do enquadramento dos objetivos e competências nas categorias do conhecimento e da compreensão (BLOOM, 1971). No caso dos objetivos e competências que se incluem na categoria «aplicação» (BLOOM, 1971), partilha-se um outro quadro (fig. 2), de forma a evidenciar-se como tais

⁵ “O conhecimento, tal como é definido nesta taxonomia, tem a ver com a capacidade de recordar factos específicos e universais, métodos e processos, ou um esquema, estrutura ou marco de referência” (BLOOM, 1971, p. 1). “Os objetivos do conhecimento realçam, sobretudo, os processos psicológicos da evocação” (idem).

⁶ A categoria da compreensão para Bloom (1971, p. 7) é vista como uma categoria no âmbito da qual “o sujeito sabe o que lhe está sendo comunicado, podendo fazer uso dos materiais ou ideias que lhe são transmitidas, sem ter que as relacionar com outros materiais ou perceber a totalidade das suas implicações”.

⁷ A aplicação resulta da utilização “de abstrações em situações particulares e concretas” (BLOOM, 1971), podendo revelar-se sob a forma de ideias gerais, regras de procedimento ou métodos ou de princípios, ideias e teorias que se memorizam e aplicam (idem).

objetivos e competências, no caso dos planos de estudo analisados, se circunscrevem, apenas, à aplicação de procedimentos padronizados.

Categorias	Objetivos ou competências
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Saber os termos próprios da biologia celular; • Conhecer as principais características que distinguem os eucariotos de outros seres e as doenças causadas por eles. • Aprofundar os conhecimentos sobre zoologia em particular dos animais superiores; • Fornecer aos alunos de conhecimentos básicos sobre as estruturas e as funções dos diferentes tecidos; • Caracterizar com uma linguagem clara e própria da biologia, a constituição morfológica e fisiológica das plantas inferiores; • Mostrar a importância econômica, cultural e medicinal de algumas plantas superiores, fundamentalmente as da flora Angolana; • Descrever e comparar os componentes celulares.
Compreensão	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar esquemas; • Compreender o desenvolvimento embrionário dos animais invertebrados (anacordados); • Realizar resumos, diagramas e mapas de conceitos; • Relacionar as diferentes vias metabólicas entre si e com os processos produtivos e reprodutivos dos organismos vivos, destacando a importância econômica desta relação.

Fig. 1

Constata-se, pelos dados do quadro da fig. 2, que os objetivos e competências relacionados com a categoria «aplicação» não pressupõe, no caso em análise, a proposta de desafios que envolvam o confronto dos estudantes com situações inéditas, as quais pudessem suscitar a sua capacidade de selecionar a informação relevante, analisar a sua pertinência e tomar decisões sobre e a partir dela.

Categorias	Objetivos ou competências
Aplicação	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar corretamente o microscópio e outros instrumentos, observando integralmente as técnicas de utilização dos mesmos, no estudo das estruturas celulares; • Manipular adequadamente o microscópio óptico para melhor observação de alguns representantes dos protistas; • Utilização de métodos diretos – utilização do método de Beed e das câmaras de contagem; • Utilizar os métodos analíticos estudados na disciplina para realizar determinações de indicadores bioquímicos em sistemas naturais relacionados com seu perfil ocupacional • Elaborar preparações microscópicas utilizando, de forma correta, as técnicas e os instrumentos de laboratório necessários; • Ser capaz de calcular a informação hereditária.

Fig. 2

Por fim, importa reconhecer, em primeiro lugar, que as categorias relativas à análise⁸, síntese⁹ e avaliação¹⁰, as quais envolvem atividades cognitivo-culturais mais exigentes e complexas, estão presentes, apenas, de forma excepcional, nos objetivos e competências dos planos de estudo das disciplinas analisadas. Em segundo lugar, é interessante informar que o enquadramento dos objetivos e competências nas diferentes categorias não respeitou, apenas, os verbos utilizados pelos professores para identificarem tais objetivos e competências. Na taxonomia de Bloom, estabelece-se uma correspondência explícita entre aquelas categorias e um determinado conjunto de verbos que, na análise realizada, serviu, apenas de referência ao exercício realizado, o qual teve em conta outros indicadores sintáticos e semânticos.

⁸ A categoria «análise» define-se em função da operação de “fracionamento de uma comunicação nos seus elementos constitutivos, de tal modo que possa emergir claramente a hierarquia relativa das ideias e que se expresse, de forma explícita, a relação existente entre elas. A análise visa clarificar a comunicação, mostrar como se encontra organizada e o modo como tenta comunicar os seus efeitos, assim como os seus fundamentos e ordenação” (BLOOM, 1971, p. 8).

⁹ A categoria «síntese» corresponde à “reunião dos elementos e partes para formar um todo. Implica os processos de trabalhar com elementos isolados, partes, peças, etc, ordenando-os e combinando-os, de tal maneira que constituam um esquema ou uma estrutura que anteriormente não se encontrava claramente presente.” (BLOOM, 1971, p. 8).

¹⁰ A categoria «avaliação» diz respeito à “formulação de juízos sobre o valor dos materiais e métodos, de acordo com determinados propósitos” (BLOOM, 1971, p. 9) que determinam os critérios de referência do processo de avaliação.

De acordo com esta interpretação dos dados, considera-se que o objetivo referente ao desenvolvimento da literacia científica parece ser penalizado pelas opções assumidas ao nível da definição dos objetivos e das competências no âmbito dos planos de estudo analisados, tendo em conta que não se pode continuar a confundir a divulgação da informação com a construção do saber (MONTEIL, 1985). Se este último resulta do confronto que os estudantes estabelecem com a informação disponível, isso não significa que seja consequência direta da divulgação desta informação, visto que há um trabalho intelectual a realizar sobre a mesma que implica outras iniciativas pedagógicas, sujeitas a outros objetivos e preocupadas com o desenvolvimento de outras competências.

Outro dado que se revela ao longo da análise é que há um comportamento invariante, do ponto de vista das preocupações curriculares e pedagógicas dos programas, ao longo dos quatro anos do ciclo de formação. Ou seja, nos últimos anos do curso, não há um maior investimento na autonomia intelectual dos estudantes do que nos anos iniciais, já que as categorias do conhecimento, da compreensão e da aplicação estão presentes, com um peso equivalente, nos objetivos e competências dos planos de estudos ao longo dos quatro anos de formação. Neste sentido, pode concluir-se, em face dos dados que dispomos e tendo como referência a abordagem epistemológica proposta por Cachapuz *et al.* (2002, p. 40) que o curso que temos vindo a analisar se enquadra no modelo de ensino por transmissão. Modelo este que se caracteriza, segundo os mesmos autores, por sacrificar “o desenvolvimento de competências e atitudes científicas”, à “avaliação do «corpo de conhecimentos»”, contribuindo, como defendemos na parte teórica deste trabalho, quer para a burocratização do trabalho docente, quer para a valorização de uma modalidade de ensino que privilegia “a extensão e não a profundidade nas abordagens programáticas.” (CACHAPUZ *et al.*, 2002, p. 41).

Esta é a tendência dominante dos planos de estudo, o que não impede que se vislumbre a possibilidade de haver algumas iniciativas capazes de potenciarem a literacia científica dos estudantes, quando nos referidos planos de algumas disciplinas se propõem, mesmo que muito pontualmente, ao desenvolvimento de competências de análise e de avaliação ou a valorização do trabalho interdisciplinar.

Finalmente, é importante citar que os dados relativos às opções metodológicas dos docentes nos mostram que há uma preponderância das aulas expositivas, das aulas demonstrativas, dos seminários e das palestras. É verdade que há referências a práticas

pedagógicas que remetem, em princípio, a uma atividade intelectual e a uma participação dos estudantes mais intensa, como é o caso do dispositivo «elaboração conjunta»¹¹, dos trabalhos práticos, debates, trabalhos de grupo e trabalhos autônomos, ainda que não se possuam informações suficientes para se discutir o modo com os mesmos são geridos e se, na verdade, se cumprem as expectativas pedagógicas que os mesmos possam suscitar.

O confronto com a análise dos enunciados dos testes e dos exames permite corroborar a preponderância do modelo de ensino por transmissão (CACHAPUZ et al.,2002) e dos objetivos curriculares e pedagógicos relacionados com as categorias do conhecimento e da compreensão. A análise de dezassete testes e exames, relacionados com nove disciplinas do ramo científico, do total de vinte disciplinas analisadas, permite constatar que:

- a) predominam, de forma nítida, as questões que implicam a evocação de informação (62,3%) ou o reconhecimento de informação (17,3%);
- b) as questões que exigem que os estudantes se relacionem com a informação de modo mais exigente, parafraseando-a (3,1%), mostrando que a compreenderam (11,5%) ou sendo capaz de a mobilizar (2,1%);
- c) as questões que exigem evocação (3,1%) ou reconhecimento de informação (1%) cujo significado parece ser estranho para que tal informação seja utilizada em atividades conceitualmente mais complexas (4,1%) são as questões mais raras (quatro questões em um total de 98).

Ainda que o conjunto de provas e exames analisados não seja estatisticamente significativo, os resultados de uma tal análise não poderão ser menosprezados como resultados que tendem a corroborar as conclusões que fomos propondo até ao momento. Assim, parece confirmar-se a preocupação com a aquisição da informação por parte dos estudantes como o objetivo prioritário dos planos de estudo analisados, o que constitui uma conclusão importante, dado o peso das provas parcelares e dos exames no processo de avaliação das disciplinas que, em caso de insucesso, poderão ser fatores eliminatórios. Se ao longo da análise dos programas, no subseção anterior, se foi afirmando, múltiplas

¹¹ A «elaboração conjunta» é uma abordagem metodológica no âmbito da qual o docente propõe a discussão de um tema à turma que, em pequenos grupos, o discute, tornando públicos, posteriormente, os resultados dessa discussão. Serão estes resultados que irão alimentar a aula, através da intervenção dos docentes e dos alunos.

vezes, que, para se proporem conclusões mais ousadas, seria necessário conhecer os conteúdos das provas e dos exames, através das informações, agora obtidas, pode-se compreender melhor que tais provas e tais exames confirmam que os seus objetivos consistem em valorizar, sobretudo, o reconhecimento e a evocação de informação.

Assim, do ponto de vista do objeto do programa de estudos analisado, constata-se que o desenvolvimento da literacia científica não constitui um objetivo que se valoriza no âmbito do programa de formação analisado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este é um estudo através do qual se revelam mais os obstáculos do que as possibilidades de concretizar a literacia científica como objetivo educacional. Não estamos, contudo, perante uma situação inédita, no âmbito de um curso de formação inicial de professores. João Pedro da Ponte (2002), baseado em diversos estudos nacionais e internacionais, denuncia as práticas formativas que dão a impressão “que o que é preciso para ensinar é pouco mais do que senso comum e pensamento vulgar” (p. 3).

Outra especialista portuguesa, Assunção Flores (2010, p. 185), em uma revisão de literatura sobre os problemas dos cursos de formação inicial de professores, chama a atenção, também, para alguns dos problemas que afetam estes cursos nos países ocidentais. Neste sentido, socorre-se de Maria do Céu Roldão para afirmar que

o paradigma de formação que ainda prevalece nos cursos de formação inicial remete para o plano-mosaico numa lógica aditiva ou combinatória, devendo dar lugar ao paradigma de formação como projeto no sentido de promover uma efetiva interação das diversas componentes, a teorização das práticas formativas e a meta-análise reflexiva do futuro professor sobre o seu próprio processo formativo .

Por isso, o caso estudado não pode ser visto como um caso excepcional. O que se verifica é que a literacia científica, como objetivo de formação, se encontra comprometida por práticas de formação que constituem um fator que potencia, posteriormente, ao nível das salas de aula, a manutenção de projetos de educação instrucionistas.

Se este é um problema cujo impacto educativo não pode ser ignorado, importa não esquecer outro que já foi abordado neste texto e que tem a ver com o vínculo que se pode estabelecer entre a literacia científica e o desenvolvimento da literacia curricular e pedagógica dos futuros professores. Trata-se de uma relação que reside na perspectiva de

que “o conhecimento disciplinar e o conhecimento pedagógico estão mutuamente integrados.” (LIBÂNEO, 2015, p. 640), já que, para este autor, “o modo de lidar pedagogicamente com uma disciplina depende do modo de lidar epistemologicamente com essa disciplina,” (LIBÂNEO, 2015, p. 644).

Estamos perante uma leitura que defende que a formação relacionada com as disciplinas científicas pode contribuir, por um lado, para o desenvolvimento da literacia científica dos formandos e, por esta via, é expectável que contribua para o desenvolvimento da sua literacia curricular e pedagógica. É que, tal como defendem Cosme *et al.* (2019), a resposta à questão *Como ensinar?* depende do modo como se define «O que ensinar?», dado que, para estes autores, estamos perante uma atitude ingênua quando se pensa que os processos de inovação educativa dependem, sobretudo, do reconhecimento das singularidades pessoais dos alunos. Para Trindade e Cosme (2010), aquele tipo de inovação deverá resultar, antes, do reconhecimento das singularidades do contato, e mesmo do confronto, entre aqueles alunos, a partir do que estes sabem e do que estes são, e as particularidades epistemológicas, conceituais e heurísticas do património de informações, instrumentos, procedimentos e atitudes culturalmente validados e tidos como socialmente pertinentes. Assim, Cosme *et al.* (2019, p. 9) defendem que as aprendizagens que os estudantes realizam nas escolas,

ainda que não possam ser vistas como um produto resultante de opções curriculares e pedagógicas predeterminadas, encontram-se vinculadas às vicissitudes epistemológicas que estiveram na origem da construção e consolidação seja dos «objetos-saberes», seja de «atividades a serem dominadas como ler, nadar, desmontar um motor, seja, ainda, de dispositivos relacionais que nos permitem estabelecer comunicações explícitas ou tácitas uns com os outros nas mais diversas situações (Charlot, 2000, p. 66). Tais vicissitudes, bem como as experiências anteriores que outros seres humanos foram vivendo com a finalidade de aprenderem, poderão constituir-se, hoje e também, como referências das decisões curriculares a assumir, bem como dos processos de interlocução pedagógica a adotar .

É, de acordo com tal pressuposto, que, apoiados em Trindade (2021), questionamos: como definir os desafios pessoais e intelectuais com que os alunos se confrontam nas escolas, bem como as estratégias e os métodos a adotar, sem compreender as particularidades conceituais e heurísticas de uma área de saber? Como se propõem os recursos que eles poderão utilizar no âmbito do seu processo de aprendizagem? Como é possível compreender as dificuldades e os equívocos que se

poderão gerar durante tal processo, bem como as estratégias de tutoria, monitorização e apoio? Como pensar e estruturar o processo de avaliação?

Além disso, não é possível deixar de perguntar, igualmente, como faz o mesmo autor (TRINDADE, 2021), como é possível identificar as particularidades dos alunos, tendo em conta que estas não poderão ser dissociadas das tarefas que aqueles têm de realizar, sem compreender as particularidades conceituais e heurísticas de uma área de saber?

Perante as questões enunciadas, que remetem aos desafios curriculares e pedagógicos específicos, é possível concluir que as respostas a propor dependem, também, do desenvolvimento da literacia científica daqueles que as propõem. Por isso, parece ser plausível defender que uma formação científica interessada em tal objetivo acaba sendo visto como uma contribuição decisiva para o desenvolvimento da literacia curricular e pedagógica dos futuros professores.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Natércio. **Investigação naturalista em educação**: um guia prático e crítico. Porto: Edições ASA, 2005

AGUIEIRAS, Anabela Machado. **Práticas profissionais promotoras de literacia científica**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa/Portugal, 2011. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5480/1/ulfpie039781_tm.pdf. Acesso em: 02 jun. 2021.

AMADO, João; FERREIRA, Sónia. Documentos pessoais (e não pessoais). In: AMADO, João. **Manual de investigação qualitativa em educação**. 2. ed. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014. p. 275-298.

ANDRADE. Mariana Aparecida de. **A epistemologia da biologia na formação de pesquisadores**: compreensão sistêmica de fenômenos moleculares. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Théorie générale des systèmes**. Paris: Dunod, 1973.

BLOOM, Benjamin S. *et al.* **Taxonomía de los objetivos de la educación**: la clasificación de las metas educacionales – Manuales I y II. Buenos Aires: Librería el Ateneo Editorial, 1971

CACHAPUZ, António *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, António *et al.* **Ciência, educação em ciência e ensino das ciências.** Lisboa: IIE/ME, 2002

CANGUILHEM, Georges. **O conhecimento da vida.** 1. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012

CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique: du savoir au savoir enseigné.** Grenoble: La Pensée Sauvage, Éditions, 1991.

CORRÊA, A. L. *et al.* Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 3, 2008. p. 21 – 40.

COSME, Ariana *et al.* Epistemologia, ensino e inovação. **Educação, Sociedade & Culturas**, Porto, v. 55, 2019. p. 7-11.

FLORES, Maria Assunção. Algumas reflexões em torno da formação inicial de professores. **Educação**, Porto Alegre, v. 33, n. 3, 2010. p. 182-188.

HUERTA, José. **A classificação dos objetivos de aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1979.

LIBÂNIO, José Carlos. Formação de professores e didática para desenvolvimento humano. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 40, n. 2, 2015. p. 629-650.

MALHO, Arminda *et al.* Contributo dos blogues de ciência para a construção da literacia científica cívica no século XXI. **Internet Latent Corpus Journal**, v. 3, n. 1, 2013. p. 22-34.

MATURANA, Humberto.; VARELA, Francisco. **De máquinas y seres vivos – autopoiesis: la organización de lo vivo.** Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 1998.

MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica.** São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

MONTEIL, Jean-Marc. **Dynamique sociale et systèmes de formation.** Paris: Éd. Universitaires, UNMFREO, 1985

MORGADO, José Carlos. **O estudo de caso na investigação em educação.** Stº Tirso: De facto editores, 2012.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo.** 2. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

MORIN, Edgar. **O problema epistemológico da complexidade.** 2. ed. Lisboa: Publicações Europa-América, 1996.

MORIN, Edgar *et al.* **Educar para a era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humanos.** Lisboa: Instituto Piaget, 2004.

POLISELI, L. et al. O arcabouço filosófico da biologia proposto por Ernst Mayr. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, 2013. 106-120.

PONTE, João Pedro. A vertente profissional da formação de professores de matemática. **Educação Matemática em Revista**, v. 9, n. 11, p. 3-8, 2002.

PRESTES, Maria Elice. A natureza despida: de Aristóteles à nova ciência. **Hypnos**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 46-57, 1997.

REIS, Pedro. Ciência e educação: que relação? **Interacções**, v. 3, 2006. p. 160-187.

ROSNAY, Joel de. **O macroscópio**: para uma visão global. Lisboa: Arcádia, 1977.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um discurso sobre as ciências**. 3. ed. Porto: Edições Afrontamento, 1990.

SHULMAN, Lee S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos CENPEC**, v. 4, n. 2, 2014. p. 196-229.

SILVA, Gláucia; DUARTE, Luís Fernando. Epigênese e epigenética: as muitas vidas do vitalismo ocidental. **Horizontes Antropológicos**, Porto Alegre, v. 22, n. 46, 2016. p. 425-453.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e matemática. **Revista brasileira de educação**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 52, 2013. 163-242.

TRINDADE, Rui; COSME, Ariana. **Educar e aprender na escola**: questões, desafios e respostas pedagógicas. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão, 2010.

TRINDADE, Rui. A autoaprendizagem no ensino superior e a aprendizagem baseada na resolução de problemas: perspetivas e questões. **Revista Lusófona de Educação**, Lisboa, v. 27, p. 43-57, 2014.

TRINDADE, Rui. **O contributo da psicologia da educação e o desenvolvimento de projetos de formação de profissionais da educação**: exigências e possibilidades. Porto: Mais leituras, 2021

Recebido em: 18/05/2021

Parecer em: 25/05/2021

Aprovado em: 21/06/2021