

Maria Margarida Góis Moreira

**Interdisciplinaridade:
uma possível aplicação à Filosofia e à Biologia por
meio da análise conceptual**

Relatório realizado no âmbito do Mestrado em Ensino de Filosofia no Ensino Secundário,
orientado pela Professora Doutora Maria João Couto
Orientadora de Estágio, Dra. Blandina Lopes
Supervisora de Estágio, Professora Dra. Lúcia Cardoso Pires

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

setembro de 2018

Sumário

Declaração de honra	3
Resumo	4
Abstract	5
Introdução	6
Capítulo 1 – A interdisciplinaridade	9
1.1. O conceito de interdisciplinaridade	9
1.2. A interdisciplinaridade escolar	14
Capítulo 2 – A interdisciplinaridade escolar em Portugal	19
2.1. A interdisciplinaridade no <i>Perfil dos Alunos</i>	20
Capítulo 3 – Uma aplicação prática	25
3.1. A análise conceptual como recurso interdisciplinar	27
3.2. A problematização como recurso interdisciplinar para a conceptualização	35
3.3. A ciência como linguagem	40
3.4. Epistemologia da Biologia	42
3.5. Os problemas científicos	45
Considerações finais	50
Referências bibliográficas	52

Declaração de honra

Declaro que o presente relatório final de estágio é de minha autoria e não foi utilizado previamente noutro curso ou unidade curricular, desta ou de outra instituição. As referências a outros autores (afirmações, ideias, pensamentos) respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, e encontram-se devidamente indicadas no texto e nas referências bibliográficas, de acordo com as normas de referência. Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Porto, 23 de setembro 2018

Maria Margarida Góis Moreira

Resumo

O trabalho debruça-se sobre as vantagens do recurso ao trabalho interdisciplinar na escola, que são diferentes das que se procuram no interdisciplinar académico. Estuda em especial algumas razões aludidas em Portugal, visíveis nos recentes documentos legislativos. Por fim, analisa uma forma de realizar um trabalho interdisciplinar, integrando a Biologia e a Filosofia, recorrendo à análise conceptual, na esteira de Gerard Vergnaud.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade escolar, competências, filosofia da ciência, análise conceptual.

Abstract

The paper focuses on the advantages of using interdisciplinary work in school, which are different from those sought in academic interdisciplinary. It studies in particular some of the reasons mentioned in Portugal, which are visible in recent legislative documents. Finally, it analyzes a way of accomplishing an interdisciplinary work, integrating the Biology and the Philosophy, resorting to the conceptual analysis, in the wake of Gerard Vergnaud.

Keywords: Interdisciplinarity, skills, philosophy of science, conceptual analysis.

Introdução

A interdisciplinaridade está na ordem do dia após as recentes alterações curriculares, que entram em vigor no próprio ano letivo (2018-2019) em que passo a poder exercer a profissão de professora de Filosofia no Ensino secundário. O trabalho final foi, pois, naturalmente orientado a uma reflexão sobre a interdisciplinaridade e as chamadas “competências essenciais”.

Na opção por esta tema influenciou também uma inquietação que me acompanha há uns anos e que se acentuou durante o meu ano de estágio. A sua explicação inicia no sistema de ensino belga, que me formou durante os quinze anos de escolaridade obrigatória e que era muito mais generalista do que aquele que encontrava quando vinha passar férias a Portugal. Nessas temporadas de descanso reparei que os meus familiares e amigos, residentes em Portugal, eram encaminhados desde muito cedo a tomar decisões que excluía determinados saberes do seu currículo escolar. Mesmo antes disso, notei como os seus conhecimentos de história e geografia, literatura e línguas, eram parcos em relação aos que me tinham transmitido na escola. Qual não foi o meu espanto quando descobri que a grande maioria dos alunos portugueses já não tinham história e geografia no 10º ano.

De facto, na Bélgica o estudante do ensino generalista tem um tronco comum mais abrangente do que em Portugal. Para que se veja a diferença, no final do 12º ano tive de fazer exames a 10 disciplinas, que iam das línguas à matemática, passando pelas ciências experimentais, sociais e humanas. Existia também a possibilidade de frequentar aulas de Latim ou de Grego.

Não pretendo fazer aqui o elogio do sistema belga, mas apenas fazer pensar sobre o impacto que uma formação como estas terá sobre os adultos que essas crianças e jovens serão mais tarde.

Este percurso levou-me a questionar-me sobre o sentido do ensino básico, ainda que sobretudo do ensino secundário. Afinal, qual era a prioridade desses anos de ensino: um armazenamento de conhecimentos ou uma preparação para a vida adulta, com todas

as suas implicações, como o trabalho, o estudo, as relações sociais ou a participação cívica?

Ora, a interdisciplinaridade pretende, precisamente, solucionar problemas que se verificam mais tarde, quando os jovens integram o mercado de trabalho. Claro que esses problemas são comuns a muitos países, nomeadamente a Bélgica, pelo que a interdisciplinaridade tem sido implementada progressivamente em todo o mundo ocidental. Contudo, cada país apresenta as suas peculiaridades e razões próprias para querer proceder a reformas no campo da educação.

Por estas razões, o trabalho contém uma breve análise das razões socioculturais que motivaram os nossos governantes a fomentarem a interdisciplinaridade em Portugal, e algumas vantagens que apresenta este método didático. Procurei, especificamente, enquadrar estas questões dentro do contexto de Portugal, referindo-me, nomeadamente, aos recentes documentos legislativos onde este tema é abordado, pois é aqui que irei dar aulas.

Antes, porém, procurei enquadrar a interdisciplinaridade numa perspetiva mais ampla, recordando, nomeadamente, que o seu uso no âmbito académico precedeu a aplicação desta metodologia na escola. A sua extensão ao âmbito pré-universitário permite captar com mais clareza uma característica da interdisciplinaridade escolar, que reside na sua capacidade para desenvolver nos alunos diferentes competências cognitivas, afetivas e atitudinais.

Por fim, procuro mostrar como a Filosofia se presta naturalmente ao trabalho interdisciplinar, já que nasceu virada para a análise dos objetos de estudo de outras disciplinas, nomeadamente, conceitos. Por esta razão, termino apresentando uma proposta prática de trabalho interdisciplinar, cujo tema se situa no âmbito da filosofia da ciência. Procurava, com a opção por esta área da Filosofia, ajudar os alunos da área de ciências e tecnologia a perceberem as relações entre a Filosofia e a Ciência. A ciência experimental de referência foi a Biologia, devido ao nosso gosto por esta área científica.

Para trabalhar no cruzamento entre as duas disciplinas optou-se por uma metodologia de análise conceptual, inspirada no trabalho de Gerard Vergnaud, pois nos parece estar dotada de grandes potencialidades: em princípio pode ser aplicada a qualquer trabalho que pretenda integrar a Filosofia com outra disciplina. Além disso, permite o

desenvolvimento de uma das competências especificamente filosóficas, que é a conceptualização.

Capítulo 1 – A interdisciplinaridade

“A ideia de Unidade da Ciência é uma aspiração muito antiga e um tema recorrente de toda a cultura ocidental. Em tensão e alternância constantes com a tendência contrária (a vertigem da especialização), ela atravessa toda a história daquilo a que comumente chamamos Ciência. E após um período em que pareceu estar completamente ultrapassada pela explosão disciplinar resultante do acelerado progresso de fragmentação que se desencadeou no século XIX, essa ideia de integração de todo o conhecimento é de novo ressentida como exigência do próprio progresso dos saberes especializados. Mesmo o gesto da invenção parece hoje ter como lógica interna a contaminação entre disciplinas, a migração transversal dos conceitos, dos métodos e das teorias, isto é, o horizonte da unidade” (Pombo, 2011, p. 11).

Estas palavras de Olga Pombo, apesar de datarem de 2011, não perderam em nada a sua atualidade. De facto, continua-se a verificar uma tendência no sentido de uma maior comunicação entre os saberes, que se tem nomeado genericamente como *interdisciplinaridade*. Este movimento tem ocorrido em campos variados do conhecimento e sob múltiplas estruturas organizativas, como centros de investigação interdisciplinar ou grupos de trabalho nas instituições de Ensino superior. O ensino básico e o secundário encontram-se também abrangidos pelo apelo à interdisciplinaridade, como se viu recentemente em Portugal, na última reforma curricular.

1.1. O conceito de interdisciplinaridade

Não é fácil a determinação do conceito de “interdisciplinaridade”. As opiniões variam acerca do significado da palavra e da diferença com termos próximos, como transdisciplinaridade, pluridisciplinaridade e multidisciplinaridade.

“Sentimo-nos um pouco perdidos no conjunto destas quatro palavras. As suas fronteiras não estão estabelecidas, nem para aqueles que as usam, nem para aqueles que as estudam, nem para aqueles que as procuram definir. Há qualquer coisa estranha nesta família de palavras. Umas vezes são usadas umas, outras vezes outras. Há pessoas que gostam mais de uma e a usam em todas as circunstâncias, outras mais de outras. Como se fosse uma questão de gostar ou não gostar. Mas é assim que as coisas funcionam” (Pombo, 2005, p. 4).

Podemos, porém, identificar a origem deste termo na palavra “disciplina”. Este termo é característico da ciência moderna, que se constituiu pela adoção da metodologia analítica, proposta por Galileu e Descartes. Ou seja, o método que permitiu à ciência chegar aos resultados notáveis que vemos hoje é precisamente a divisão da realidade em aspetos dela, para poder analisá-la em profundidade: *Ao dividir o todo nas suas partes constitutivas, ao subdividir cada uma dessas partes até aos seus mais ínfimos elementos, a ciência parte do princípio de que, mais tarde, poderá recompor o todo, reconstituir a totalidade. A ideia subjacente é a de que o todo é igual à soma das partes* (Pombo, 2005, p. 6).

O perigo desta metodologia é a perda de unidade do saber. De facto, ao fragmentar sempre mais a realidade em partes, para poder estudar cada uma delas com o máximo rigor, criam-se distinções entre aspetos do saber, que não correspondem à realidade. Estas separações impedem o diálogo entre os investigadores, pois cada um deles encontra-se fechado numa forma própria de olhar para o universo, com os seus princípios e linguagem própria. Este processo foi explicado de forma muito clara por De Zan:

“Uma das tendências mais características que se tem manifestado no desenvolvimento das ciências modernas é a sua progressiva fragmentação e especialização. No decurso deste processo, foram-se constituindo constantemente novas disciplinas que se emanciparam das anteriores,

reclamando cada uma delas a dignidade de ciência independente e proclamando a sua completa autonomia face a todas as outras. (...) A reivindicada autonomia de cada uma das disciplinas teve como resultado a fragmentação do universo teórico do saber numa multiplicidade crescente de especialidades desligadas entre si, que não se fundam já em princípios comuns, nem se podem integrar numa unidade sistemática. Esta dispersão das ciências trouxe também a sua incomunicação e isolamento, devido à diversidade de métodos que cada uma foi desenvolvendo e à especialização da linguagem própria cujos termos não têm equivalência na linguagem das outras e resultam, na maior parte das vezes, intraduzíveis, visto que a sua significação apenas adquire sentido no contexto das suas próprias teorias (...) Com o correr do tempo, a progressiva especialização que separava as ciências umas das outras foi igualmente desmembrando os diversos ramos de cada ciência, desintegrando a sua própria unidade interna até a pulverizar em secções superespecializadas, fechadas sobre si, que muitas vezes se ignoram mutuamente” (De Zan, 1983, pp. 43–44).

A especialização, de facto, não apresenta somente vantagens. Assim, o homem de ciência, especialista na sua área, encontra-se fechado aos outros campos do conhecimento. Apenas consegue transmitir os resultados do seu trabalho às pessoas com a mesma formação que ele, e não consegue enriquecer-se com o que colegas de outras áreas lhe poderiam transmitir. Aliás, muitas vezes nem o quer fazer, pois atinge resultados práticos trabalhando desta maneira. Algo semelhante sucede com as instituições, que se fecham sobre si-mesmas (Pombo, 2005, p. 8).

Ora, curiosamente, esta tendência apresenta consequências negativas para o desenvolvimento da ciência:

“Paradoxalmente, no estado de enorme avanço em que a nossa ciência se encontra, o progresso da investigação faz-se, cada vez mais, não tanto no interior dos adquiridos de uma disciplina especializada, mas no cruzamento

das suas hipóteses e resultados com as hipóteses e os resultados de outras disciplinas. Ou seja, num número cada vez maior de casos, o progresso da ciência, a partir sobretudo da segunda metade do século XX, deixou de poder ser pensado como linear, resultante de uma especialização cada vez mais funda mas, ao contrário e cada vez mais, depende da fecundação recíproca, da fertilização heurística, de umas disciplinas por outras, da transferência de conceitos, problemas e métodos, numa palavra, do cruzamento interdisciplinar. Trata-se de reconhecer que determinadas investigações reclamam a sua própria abertura para conhecimentos que pertencem, tradicionalmente, ao domínio de outras disciplinas e que só essa abertura permite aceder a camadas mais profundas da realidade que se quer estudar. Estamos perante transformações epistemológicas muito profundas. É como se o próprio mundo resistisse ao seu retalhamento disciplinar” (Pombo, 2005, p. 10).

É, pois, o desejo de *aceder a camadas mais profundas da realidade* que tem levado a que, nos dias de hoje, se procure mais diálogo entre as disciplinas. As razões apresentadas variam entre uma razão teórica (a procura da unidade do conhecimento ou síntese conceptual) e uma razão prática (a resolução de problemas e o trabalho por meio de projetos).

De facto, referindo-se à investigação interdisciplinar, Olga Pombo menciona a dificuldade inerente à *inexistência (...) de uma teorização consistente que legitimasse a ideia da interdisciplinaridade e lhe determinasse um verdadeiro programa de trabalhos* (Pombo, 2006, p. 230). Apesar desta indeterminação de conteúdo, distingue duas causas que dão início a um trabalho interdisciplinar. Por uma parte, o objeto de estudo pode ser demasiado complexo para ser estudado apenas por uma área do conhecimento, como se vê em temas como as neurociências, a ecologia ou as migrações. Impõe-se, então, a criação de grupos de trabalho interdisciplinares para poder estudar adequadamente esses temas. Olga Pombo fala de uma *versão instrumental* da interdisciplinaridade, porque esta é vista como um caminho necessário para poder enfrentar a complexidade do objeto de

estudo, ou seja, a resolução de problemas práticos. Um exemplo em Portugal reside no projeto *Oceanos*, desenvolvido pela Fundação Gulbenkian, que pretende estudar o valor dos oceanos para a economia do nosso país. Este objetivo requer estudos de economia, saúde, ciências experimentais, mas também de política (Fundação Calouste Gulbenkian, 2013).

Mas um trabalho interdisciplinar também pode começar pela vontade de instituições ou de investigadores de diferentes disciplinas. Nestes casos, os intervenientes procuram uma visão mais unitária do conhecimento, necessária para prosseguir investigações de ponta. Olga Pombo refere-se a esta motivação como uma *versão processual* da interdisciplinaridade. Para levá-la a cabo, criam-se grupos de trabalho, tais como os centros de investigação que existem nas nossas universidades, iniciam-se publicações e organizam-se *workshops* e congressos. O que se pretende agora é a unidade da ciência, uma investigação teórica:

“Daqui se pode inferir que a codisciplinaridade, a interdisciplinaridade, a multidisciplinaridade, a pluridisciplinaridade, a transdisciplinaridade, e todos os outros conceitos congêneres têm em comum o facto de designarem diferentes modos de relação e articulação entre disciplinas. De sublinhar ainda que todos estes conceitos comportam uma dupla vertente – digamos epistemológica e pedagógica – na medida em que a palavra disciplina, sua raiz comum, tanto se aplica às disciplinas científicas (ramos do saber) como às disciplinas escolares (entidades curriculares)” (Pombo, M. Guimarães, & Levy, 1993, p. 11).

Esta *dupla vertente* do conceito *disciplina* explica-se pelos dois usos a que se encontrou sujeito. Por uma parte, o termo nasceu no âmbito da universidade e da investigação, mas o seu uso *migrou* depois para outros campos da atividade humana, como as profissões. Nasceu assim uma dicotomia entre a interdisciplinaridade teórica (ligada à investigação) e prática (relacionada com a resolução de problemas):

“Este processo socio-histórico levou, nos séculos XVIII e XIX, à constituição de disciplinas e profissões (...) estabelecendo dois sistemas sociais diferentes, sendo o sistema das profissões sujeito e subserviente ao sistema das disciplinas. Esta dicotomia entre investigação e prática revela uma conceção dual das ciências – algumas eram “ciências fundamentais” e outras “ciência orientadas para projetos”, também chamadas “ciência de terreno” – e da interdisciplinaridade, que poderia ser académica ou instrumental (...). A interdisciplinaridade tem que ver com duas diferentes e amplas orientações (...): a procura de uma síntese conceptual, ou seja, uma busca pela unidade do conhecimento; e a perspectiva instrumental” (Lenoir & Klein, 2010, pp. iv–v).

Esta dupla vertente da interdisciplinaridade encontra-se presente, ainda que muitas vezes de modo implícito, na conceção de interdisciplinaridade presente na educação e tem consequências para a forma como esta metodologia é interpretada e aplicada no ensino básico e no secundário.

1.2. A interdisciplinaridade escolar

Convém distinguir a interdisciplinaridade académica da escolar, pois os objetivos que prosseguem e os seus métodos de trabalho são diferentes. O trabalho interdisciplinar na escola tem aparecido frequentemente nos meios de comunicação social¹. Fala-se de *trabalho por temas* ou *por projetos*, em vez de conteúdos disciplinares, bem como de *competências*, que substituiriam os *objetivos*. Pensa-se também no estudo de temas cuja natureza ultrapassa os limites de uma única disciplina.

Mas o objetivo desta metodologia não reside na criação de conhecimentos novos, como no interdisciplinar académico, antes vem responder a necessidades que se fazem sentir na sociedade. De facto, assim como o que está a suceder em Portugal, também nos

¹ Um exemplo encontra-se num artigo de Homem Cristo (Homem Cristo, 2017).

sistemas de ensino de outros países estão a ocorrer, há mais ou menos tempo, mudanças curriculares no sentido de uma maior comunicação entre os saberes.

As razões apresentadas pelos agentes políticos residem no ritmo a que se desenvolve a nossa sociedade, a qual obriga a preparar os trabalhadores de amanhã de um modo diferente. Como nunca antes, as crianças e jovens terão de viver num futuro indeterminado, por exemplo exercendo profissões que hoje ainda não existem². Como Morin o descreveu na sua obra *Os sete saberes para a educação do futuro*, hoje em dia o contexto de qualquer conhecimento é o próprio mundo (Morin, 1999, p. 15). A era planetária cria, assim, um problema de articulação e organização dos conhecimentos.

Estas circunstâncias requerem o desenvolvimento de determinadas competências nos jovens, que lhes permitam enfrentar um futuro incerto. As competências técnicas já não bastam perante os novos desafios que se apresentam à sociedade; agora, pretende-se que os jovens desenvolvam, entre outras, a capacidade de criticar o que foi aprendido, de comunicar ideias, de colaborar com os pares, de pesquisar e aprender com autonomia, ou de pensar de forma criativa e original.

A partir do final da Segunda Guerra Mundial, predominou nas escolas um modelo de currículo estruturado por objetivos. Segundo este plano, o ensino era organizado de acordo com uma série estruturada de objetivos de aprendizagem, que visavam alcançar determinados resultados mais abrangentes. As experiências educativas eram escolhidas em função do que melhor permitiria alcançar esses propósitos formativos (Stenhouse, 1998, Capítulo 5). Entre os autores que desenvolveram este modelo, não se pode deixar de nomear Ralph Tyler, que escreveu a obra *Basic Principles of Curriculum and Instruction*, em 1949. Mais tarde, Bloom, em 1956, e Krathwohl, em 1964, procuraram traduzir o modelo numa taxonomia de objetivos educativos cognitivos, por parte de Bloom, e afetivos, por parte de Krathwohl.

Contudo, nos anos setenta e oitenta o modelo por objetivos foi sujeito a numerosas críticas. Nomeadamente, foi-lhe atribuído o perigo de os comportamentos de

² Num relatório de 2016, do Fórum Económico Mundial, antecipa-se que mais de cinco milhões de postos de trabalho acabarão até 2020 (Jahan, 2015).

aprendizagens triviais serem subvalorizados em relação a outros resultados educativos mais importantes, devido ao facto de serem mais facilmente definidos em termos de conduta (Stenhouse, 1998, p. 113); também foi realçado que a especificação prévia de metas explícitas impede o professor de aproveitar oportunidades educativas que surjam inopinadamente na sala de aula (Stenhouse, 1998, p. 114); ou que existem outros resultados educativos que refletem a evolução do aluno, mas que não são medíveis segundo o modelo por objetivos (Stenhouse, 1998, p. 114). Na sequência destas críticas, procuraram-se alternativas ao modelo curricular vigente.

Ora, segundo Ronai Rocha,

“O apelo do discurso do interdisciplinar surge no contexto desta crise didática, cuja essência é a confusão entre a lógica dos conteúdos com a lógica da aprendizagem, que reduz a sala de aula a um lugar de apresentação de conteúdos sistematizados” (Rocha, 2016)³.

A distinção utilizada pelo autor, entre a lógica dos conteúdos e a lógica das aprendizagens, foi desenvolvida no século XX, entre outros, por Vigotsky e Piaget (Rocha, 2016). Reside na distinção entre as estruturas internas de um campo de conhecimento (os seus conteúdos específicos, a evolução da investigação etc.) e as estratégias através das quais as pessoas se apropriam, em condições determinadas, do conhecimento em causa. Pretende realçar que a forma como se estrutura a disciplina para aqueles que já estão iniciados nela (lógica dos conteúdos), e o modo como é apresentada aos estudantes, de forma a facilitar o processo de ensino-aprendizagem (lógica das aprendizagens), é diferente. Trata-se do núcleo da didática, que procura, precisamente, a *lógica das aprendizagens* mais favorável, dando-lhe inclusive prioridade sobre a *lógica dos conteúdos*.

³ Esta obra foi consultada sob o formato de *ebook*, cujas páginas não se encontravam numeradas. Por esta razão, citaremos a obra sem referir os números de páginas.

Corre-se, no entanto, o risco de os conteúdos, ao serem apresentados já sistematizados aos alunos, não serem assimilados adequadamente pelos mesmos. Por um lado, este método acentua a separação com as outras disciplinas, pois o professor apresenta os conteúdos de acordo com uma *lógica das aprendizagens*, que é uma lógica interna à própria disciplina, sem diálogo com os colegas. Deste modo, aquela disciplina é vista como um pequeno mundo dentro do mundo da ciência.

Além disso, a lógica das aprendizagens pode criar uma distância com a vida fora da escola e até com o modo como a disciplina é aplicada na “vida real”:

“É sabido que a ciência tem hoje uma influência excecional nas sociedades industriais modernas (...). Mas, se por um lado, a nossa vida está cada vez mais penetrada pela ciência, nomeadamente pelas suas aplicações técnicas e pelos seus efeitos civilizacionais, por outro lado, é um facto que a utilização dessa técnica não é acompanhada de um esclarecimento teórico suficiente. A ciência é cada vez mais inacessível e longínqua. O homem comum está cada vez mais afastado, não só da ciência que se faz, da sua sofisticada metodologia e instrumentação, dos seus mecanismos e funcionamento, como da compreensão mínima dos seus resultados e aplicações. Por outras palavras: o mundo das coisas e dos objetos técnico-científicos que nos rodeiam é cada vez mais misterioso” (Pombo et al., 1993, p. 17).

Não se trata de propor uma ausência de didática, mas antes de frisar uma tarefa da interdisciplinaridade: a tomada de consciência da lógica dos conteúdos, primeiro pelos professores e, depois, pelos alunos. Para isto, os professores serão ajudados pelo diálogo com os seus colegas, propiciado pela necessidade de realizarem trabalhos interdisciplinares. Quanto aos alunos, o cruzamento com outras disciplinas, ser-lhes-á propício para estabelecerem relações entre elas:

“Em contraposição à sobrecarga dos *curricula* escolares dos alunos (...) e à correspondente tendência a uma cada vez maior compartimentação dos

conteúdos programáticos, a interdisciplinaridade apresenta-se como prática de ensino que promove o cruzamento dos saberes disciplinares, que suscita o estabelecimento de pontes e articulações entre domínios aparentemente afastados, a confluência de perspetivas diversificadas para o estudo de problemas concretos, a exploração heurística de transposições conceptuais e metodológicas, enfim, que possibilita alguma economia de esforços e até mesmo uma melhor *gestão dos recursos*” (Pombo et al., 1993, p. 16).

Este trabalho ajudará o aluno a ter presente o sentido da complexidade do mundo em que vivemos, que se perde quando a realidade é vista sob um único prisma.

Quando não existe uma perspetiva interdisciplinar, o currículo escolar rege-se pelo “princípio do presépio” (uma expressão cunhada por Ronai Rocha), em que cada uma das disciplinas e atividades curriculares é organizada pelo professor, de acordo com os programas e diretivas do Ministério bem como os seus colegas de departamento, que procura aportar o que é específico da sua disciplina. O currículo é, pois, estruturado como uma soma de partes, em vez de uma unidade orgânica. A interdisciplinaridade, pelo contrário, permite desenvolver nos alunos um sentido de narratividade, favorecendo o encontro de conteúdos de diferentes disciplinas.

Com a interdisciplinaridade também se procura relacionar o universo escolar, bem como os conhecimentos que aí são transmitidos, com a vida quotidiana dos estudantes, pois verifica-se que à medida que o aluno cresce no seu percurso escolar, a relação com a vida quotidiana vai-se perdendo. É como se existisse um currículo horizontal, oferecido pela vida, e um vertical que é imposto pela escola. Ora, verifica-se que este fenómeno de dissociação acaba por desmotivar o estudante, pois a escola deixa de fazer sentido para ele: vai à escola porque lhe pedem para ir, mas não encontra relações entre o que vive lá e a sua vida. Chega assim a uma participação minimalista na escola, apenas para a sua aprovação.

Capítulo 2 – A interdisciplinaridade escolar em Portugal

No nosso país avança-se, sem sombra de dúvida, no sentido de uma maior interdisciplinaridade, como se verificou com as últimas alterações curriculares. Assim, o decreto-lei n.º 55/2018, de 6 de julho, veio promulgar:

“o currículo dos ensinos básico e secundário, os princípios orientadores da sua conceção, operacionalização e avaliação das aprendizagens, de modo a garantir que todos os alunos adquiram os conhecimentos e desenvolvam as capacidades e atitudes que contribuem para alcançar as competências previstas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (art. 1º, DL n.º 55/2018).

O documento a que o diploma legal faz referência, o *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*⁴, foi homologado pelo Despacho n.º 6478/2017, de 26 de julho de 2017, e pretende ser uma referência para a estruturação de todo o sistema educativo, prevendo princípios, valores e áreas de competência que devem ser prosseguidas no desenvolvimento do currículo, como se encontra previsto no despacho n.º 6478/2017:

“O *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*, homologado pelo Despacho n.º 6478/2017, 26 de julho, afirma-se como referencial para as decisões a adotar por decisores e atores educativos ao nível dos estabelecimentos de educação e ensino e dos organismos responsáveis pelas políticas educativas, constituindo-se como matriz comum para todas as escolas e ofertas educativas no âmbito da escolaridade obrigatória, designadamente ao nível curricular, no planeamento, na realização e na avaliação interna e externa do ensino e da aprendizagem”.

⁴ Doravante referir-nos-emos a ele como *Perfil dos Alunos*.

Citando o prefácio do DL n.º 55/2018:

“Nesta incerteza quanto ao futuro, onde se vislumbra uma miríade de novas oportunidades para o desenvolvimento humano, é necessário desenvolver nos alunos competências que lhes permitam questionar os saberes estabelecidos, integrar conhecimentos emergentes, comunicar eficientemente e resolver problemas complexos”.

2.1. A interdisciplinaridade no *Perfil dos Alunos*

Em Portugal avança-se no sentido de uma maior interdisciplinaridade. O projeto de autonomia e flexibilidade curricular, apresentado como *O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*, homologado pelo Despacho nº 6478/2017, de 26 de julho de 2017, doravante *Perfil dos Alunos*, afirma-se como uma referência para a estruturação de todo o sistema educativo.

O prefácio, da autoria de Guilherme de Oliveira Martins, começa por referir o objetivo da UNESCO de conseguir uma efetiva educação para todos. Tal objetivo obriga as instituições políticas a questionarem-se sobre o que entendem por educação, questão ainda mais difícil na sociedade contemporânea, em que se desconhece que futuro terão de enfrentar as nossas crianças e jovens. Por esta razão,

“perante os outros e a diversidade do mundo, a mudança e a incerteza, importa criar condições de equilíbrio entre o conhecimento, a compreensão, a criatividade e o sentido crítico. Trata-se de formar pessoas autónomas e responsáveis, e cidadãos ativos” (Oliveira Martins, 2017, p. 5).

No escrito em análise, encontram-se os oito princípios que balizam o processo de desenvolvimento dos valores e das competências previstos no *Perfil dos Alunos*: base humanista, saber, aprendizagem, inclusão, coerência e flexibilidade, adaptabilidade e

ousadia, sustentabilidade e estabilidade. Acentuam a importância da adaptação às novas realidades, ainda desconhecidas na sua maioria, sem pôr de parte os princípios éticos, tais como a conservação da natureza e o respeito pelas gerações futuras.

Importa preparar os jovens para os desafios da nossa sociedade em movimento (evolução tecnológica, globalização cultural, migrações, desenvolvimento do saber), desafios estes que em muitos casos ainda nos são desconhecidos. O enfoque educativo atual centra-se, pois, na qualidade educativa, mais do que na quantidade de saberes; nas competências que devem ser adquiridas pelos nossos alunos, mais do que nos conteúdos a serem transmitidos. Estes últimos não sairão prejudicados, já que *todos os saberes são orientados por princípios, por valores e por uma visão explícitos, resultantes de consenso social* (Oliveira Martins, 2017, p. 8). Trata-se de abarcar os conteúdos de um modo indireto, ao acentuar princípios, valores e competências.

Esta *cultura de autonomia e responsabilidade* que se pretende desenvolver, aponta, na ótica do Governo, para uma educação de perfil humanista: *as humanidades hoje têm de ligar educação, cultura e ciência, saber e saber fazer (...) procura-se uma educação escolar em que os alunos desta geração global constroem e sedimentam uma cultura científica e artística de base humanista. Para tal, mobilizam valores e competências que lhes permitem intervir na vida e na história dos indivíduos e das sociedades, tomar decisões livres e fundamentadas sobre questões naturais, sociais e éticas, e dispor de uma capacidade de participação cívica, ativa, consciente e responsável* (Oliveira Martins, 2017, p. 10).

Segundo Edgar Morin, este perfil de aluno humanista, centrado na pessoa e na dignidade humana, pressupõe um tipo de educação assente em setes pilares: *prevenção do conhecimento contra o erro e a ilusão; ensino de métodos que permitam ver o contexto e o conjunto, em lugar do conhecimento fragmentado; reconhecimento do elo indissolúvel entre unidade e diversidade da condição humana; aprendizagem duma identidade planetária considerando a humanidade como comunidade de destino; exigência de apontar o inesperado e o incerto como marcas do nosso tempo; educação para a compreensão mútua entre as pessoas, de pertenças e culturas diferentes; e desenvolvimento de uma ética do género humano, de acordo com uma cidadania*

inclusiva (Oliveira Martins, 2017, p. 6). O aluno humanista é, pois, considerado o paradigma que se pretende alcançar no ensino português.

Ora, paradoxalmente, em Portugal as humanidades encontram-se relegadas a um segundo plano na ordem de importância das disciplinas, como se pode ver pelas estatísticas seguintes. Considerando apenas o ensino secundário, a oferta curricular do mesmo engloba cento e vinte e oito matérias, das quais apenas vinte e sete podem ser classificadas como correspondendo à área das línguas, literaturas e ciências sociais, ou seja, às humanidades. Além disso, dentro dos cursos científico-humanísticos (os cursos orientados para o subsequente ingresso no ensino superior), existem cinco orientações possíveis: Curso de Ciências e Tecnologias, Curso de Ciências Socioeconómicas, Curso de Ciências Sociais e Humanas, Curso de Línguas e Literaturas e Curso de Artes Visuais. As humanidades encontram-se, pois, cindidas em duas orientações possíveis: ciências sociais e humanas ou línguas e literaturas, sendo que no 12º ano estes dois grupos unem-se num só. Também na distribuição dos alunos pelas áreas de estudo, as estatísticas são reveladoras:

“Em 2006 havia 59691 alunos dos cursos científico-humanísticos a frequentar o 10º ano no ensino público. Destes, 37497 estão matriculados em Ciências e Tecnologias. 4690 frequentam o curso de Ciências Socioeconómicas. 12150 frequentam as Ciências Sociais e Humanas. 4481 frequentam Artes Visuais. 873 frequentam o Agrupamento de Línguas e Literaturas. Nas escolas da região centro, há 194 alunos inscritos nesta área de estudos. Há, em Portugal, 52029 alunos dos cursos científico-humanísticos a frequentar o 11º ano do ensino público. Destes, 32059 frequentam o curso de Ciências e Tecnologias. 5144 frequentam o curso de Ciências Socioeconómicas. 9418 frequentam o curso de Ciências Sociais e Humanas. 4390 frequentam Artes Visuais. 1018 frequentam Línguas e Literaturas. O 12º ano de escolaridade ainda funciona de acordo com o plano dos cursos gerais. Neste sentido, temos 63434 alunos matriculados no 12º ano. 41325 frequentam a área científico-natural. 4950

frequentam Artes. 7660 frequentam o curso económico-social e 9499 humanidades (Barata-Dias, 2006, pp. 125–126)”.

Continuando, Oliveira Martins refere os quatro pilares da educação, de acordo com o *Relatório Delors* (Delors, 1996): aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a ser e aprender a viver juntos, quatro aprendizagens que devem estar na linha do horizonte de todo o processo educativo, culminando no ensino secundário. Nestes últimos anos do ensino obrigatório, a UNESCO realça a necessidade de desenvolver os valores da vida em sociedade, tais como a abertura ao outro e à sua cultura. Estas quatro aprendizagens devem ser adaptadas às circunstâncias de cada educando pelos respetivos agentes educativos, razão pela qual o documento apenas prevê orientações gerais e flexíveis.

Existe, pois, entre nós uma preocupação patente pelo desenvolvimento de determinados valores e competências nos nossos alunos: *todas as crianças e jovens devem ser encorajados, nas atividades escolares, a desenvolver e a pôr em prática os valores por que se deve pautar a cultura de escola, a seguir enunciados: responsabilidade e integridade (...), excelência e exigência (...), curiosidade, reflexão e inovação (...), cidadania e participação (...), liberdade* (Oliveira Martins, 2017, p. 17).

Para alcançar este objetivo, uma das propostas do *Perfil dos Alunos* reside na flexibilidade curricular. Esta forma de ver o currículo indica uma perceção positiva do papel da escola enquanto instituição social, mas, ao mesmo tempo, obriga os agentes educativos a um conjunto de decisões. De facto, na determinação do currículo, o professor deve ter em conta um conjunto de fatores. Deve, por exemplo, refletir sobre a sua preparação pessoal: os conhecimentos que possui sobre determinados temas, as suas capacidades, os seus métodos de ensino etc. Também deve examinar os conteúdos que pretende transmitir: a pertinência dos mesmos para a formação dos alunos, o enquadramento dentro dos programas curriculares, bem como a estruturação dos mesmos em vista da sua planificação. Os alunos, principais destinatários das aulas, devem também ser analisados, nomeadamente, as características da turma, a idade e maturidade dos seus componentes, a região e cultura da mesma etc. Por exemplo, pode ser pertinente abordar a natureza das convenções humanas, já que se trata de um tema sobre o qual os

adolescentes se questionam espontaneamente (Rocha 2016). Por fim, o professor terá de ter em conta o ambiente escolar: eventuais diretivas curriculares ao nível da escola, o enquadramento sociocultural da mesma, os materiais disponíveis...

Capítulo 3 – Uma aplicação prática

Pela sua própria natureza, a Filosofia esteve sempre ligada às mais diversas áreas do conhecimento, o que pode ser considerado como uma mais-valia para a formação dos alunos. Mais, trata-se de uma vantagem em relação às outras disciplinas que um professor de Filosofia não pode desperdiçar. Por exemplo, a natural curiosidade dos alunos leva-os com frequência a colocarem-se questões que não se enquadram no âmbito da disciplina que estão a estudar nesse momento. Um exemplo seria uma pergunta na aula de matemática sobre o que é o infinito, ou sobre a causalidade numa aula de física. Ora, trata-se de algumas perguntas filosóficas: são precisamente o tipo de questões e de reflexões que um professor de Filosofia quer suscitar nas suas aulas. Se este as souber aproveitar a seu favor, poderá iniciar os seus alunos à Filosofia de forma muito mais natural e motivadora. O campo de trabalho é vasto, pois a filosofia analisa conceitos que podem ser encontrados numa ou em várias disciplinas escolares, nomeadamente, verdade, norma, infinito, democracia, razão, justiça, hipótese, poder, ética, fenómeno etc. São tantas oportunidades de realizar uma investigação filosófica com os alunos.

Para além de um ponto de partida mais facilitado, a análise de um conceito de um ponto de vista interdisciplinar permite um estudo muito mais profundo do mesmo. Um exemplo, apresentado por Ronai Rocha, reside na noção de causalidade que é utilizada nas ciências experimentais para ser aplicada aos fenómenos naturais, mas que também é empregue no seio do argumento ontológico para justificar a existência de um criador do mundo. Se o professor de filosofia souber aproveitar os conhecimentos científicos dos alunos, poderá conduzi-los a um nível mais profundo no estudo deste argumento filosófico.

Deste modo, o discente vai descobrindo que as disciplinas não são impermeáveis umas às outras, e que um mesmo argumento se pode estudar desde diferentes perspetivas. Começa a estabelecer relações entre as disciplinas, construindo um conhecimento mais coerente e unitário; que se constitui como uma rede de relações, em vez de uma agregação de partes contíguas. Competirá depois ao professor de estabelecer relações, de forma a

tocar os assuntos do quotidiano: a política, a vida social e familiar, as decisões..., para que o conhecimento adquirido na escola seja aplicado fora do recinto da mesma, ganhando deste modo um significado próprio.

“A Filosofia, assim como as demais disciplinas escolares, precisa de colocar-se frente ao aluno como um corpo, uma organicidade que dialoga, que transita, que está intimamente relacionada à vida da criança, do jovem. Para este fim a Filosofia deve servir, tanto quanto a Matemática” (Engelmann, 2009, p. 171).

De facto, se considerarmos o currículo como uma narrativa que uma geração conta a outra geração, acerca dos conhecimentos mais relevantes da sociedade, a transformação curricular mediante um diálogo entre disciplinas, dará origem a uma nova narrativa do aluno acerca do que é a realidade. Este contacto é o que permite tornar efetivos os conhecimentos, e possibilita a reflexão autónoma e novas reformulações dos mesmos.

Enquanto todas as disciplinas podem contribuir no projeto pedagógico da escola, integrando as diferentes disciplinas em torno a temas comuns, existe, contudo, uma tradição secular que faz da Filosofia uma das matrizes do pensamento ocidental e um dos elementos centrais da sua identidade científica. A Filosofia nasceu, de facto,

“como uma disciplina voltada para a investigação dos aspetos fundamentais da realidade e dos modos básicos de acesso a ela, e como uma disciplina voltada para a análise e reflexão dos conceitos fundamentais que estruturam o pensamento e a ação humana. Por isso, pode comprometer-se com estudos que visam identificar aqueles conceitos e aspetos fundacionais que estruturam as diversas áreas do conhecimento (...). Não há uma área do currículo escolar que não possa ser abordada com os instrumentos conceptuais da Filosofia” (Rocha, 2016).

O autor citado distingue as disciplinas curriculares em função do tipo de curiosidade na origem das mesmas: curiosidades sobre a natureza, curiosidades sobre o mundo enquanto habitado e construído por pessoas, curiosidades sobre as nossas capacidades compreensivas e expressivas, curiosidades sobre os aspetos formais da realidade e, por fim, curiosidades sobre todas estas curiosidades, um lugar que pertence à Filosofia. As perguntas da Filosofia não são as dos outros ramos do saber, contudo, qualquer pessoa que se dedique a esses outros ramos pode, nalgum momento, colocar-se perguntas às quais se dedica a Filosofia, sem sair do âmbito do seu estudo.

A Filosofia não é a detentora da formação do espírito crítico ou da educação cívica. A educação para a cidadania deve ser transversal a todas as atividades realizadas em contexto escolar e o espírito crítico não é monopólio da Filosofia. Por exemplo, os objetivos do programa de Biologia e Geologia estabelecem: “desenvolver atitudes, normas e valores” ou “desenvolver capacidades de seleção, de análise e de avaliação crítica”.

3.1. A análise conceptual como recurso interdisciplinar

A Filosofia pode contribuir para a formação dos alunos com competências exclusivas da mesma.

“Existem algumas questões e perguntas que se apresentam naturalmente na vida cognitiva de um ser humano, e o melhor lugar para encontrar respostas para elas é a aula de Filosofia. A minha defesa da presença curricular da Filosofia não está, portanto, centrada nos argões usuais sobre formação de consciência crítica e assemelhados; em um nível mais básico, quero mostrar que a presença da Filosofia no currículo escolar atende a uma exigência singular de explorações e curiosidades humanas; se essas curiosidades não forem acolhidas na aula de Filosofia, elas ficam sem tratamento no ambiente escolar. Não quero, com isso, negar que existam outros níveis de atuação da Filosofia” (Rocha, 2016, Capítulo 1).

Para este trabalho, optou-se pelo estudo da análise conceptual como uma contribuição da Filosofia para o trabalho interdisciplinar escolar. De facto, segundo Frege, os conceitos são apenas princípios de classificação que não podem ser reduzidos às suas definições, mas compete à Filosofia o seu desenvolvimento e organização num âmbito mais abrangente.

Assim, pretende-se proporcionar experiências conceptuais aos alunos, que lhes permitam enriquecer o seu conhecimento acerca daqueles conceitos que desempenham um papel importante em muitas disciplinas, mas que não são tratados por nenhuma em particular. Deste modo, deseja-se abrir portas para um projeto de currículo de Filosofia para o Ensino secundário que, entre outras variáveis, consideraria certas relações internas e possíveis entre a Filosofia e as demais disciplinas e atividades desse nível de ensino.

Cada disciplina contém conteúdos específicos, mas também tem aspetos reflexivos, que podem ser exportados para outra disciplina e trabalhados em conjunto com esta. Um exemplo em literatura seria o conceito de “arte”, que leva necessariamente a reflexões. Estas podem realizar-se no seio da disciplina específica, neste caso a literatura, mas também podem ser levadas às aulas de filosofia, por exemplo: “O que é a arte? Pode-se dizer que um texto é melhor do que outro? O gosto é discutível?”.

Como o fez notar Gerard Vernaud, com a sua *teoria dos campos conceptuais*, o ensino deve evitar a transposição de definições conceptuais sem relacioná-las umas com as outras. A Filosofia é propícia ao estabelecimento dessas relações.

Por esta razão *é uma área singular de reflexão que se ocupa de temas fundamentais na experiência humana, pelo que a sua ausência no currículo escolar priva o estudante de um espaço de formação a que ele tem direito, sem o qual surge uma lacuna na sua vida*. Esta afirmação leva-nos a uma segunda justificação para a escolha deste tema em particular.

De facto, as perguntas sobre determinados conceitos “excedem” muitas vezes o âmbito de estudo das disciplinas em que foram levantadas. Podem ter a sua origem nas atividades das outras disciplinas escolares, mas não encontram respostas nelas. Por esta razão, os alunos que têm a possibilidade de resolverem, por meios extraescolares, como

o contexto familiar ou recorrendo a materiais científicos, as *curiosidades* que lhes ocorreram na escola, encontram-se em vantagem em relação àqueles alunos que não possuem meios para aprofundar a sua investigação. Ainda que a ausência de respostas a estas perguntas possa não prejudicar diretamente os resultados escolares do aluno, a sua contestação poderia enriquecer o currículo e o próprio aluno: por um lado, porque motiva o aluno para o estudo e, depois, porque desenvolve capacidades de raciocínio. Está em causa, pois, uma forma de contrabalançar o currículo implícito.

Existem vários tipos de conhecimento, em que por conhecimento se entende: *formas complexas de perceber a experiência que foram alcançadas pelo homem, que são especificáveis publicamente e que se adquirem pela aprendizagem* (Hirst, 1974, p. 29)⁵. Ora, a educação deveria desenvolver o intelecto em todos os sentidos possíveis das formas de pensamento. Por isso, um currículo que se limite a algumas áreas do conhecimento limita o desenvolvimento mental dos alunos e o acesso a certas áreas do pensamento, pois restringe não só o desenvolvimento de competências cognitivas, mas também de todas aquelas outras competências que dependem da aquisição das primeiras para se poderem construir (Hirst, 1974, p. 29). Por exemplo, o desenvolvimento da capacidade simbólica, que se pode alcançar mediante a música e a arte, tem consequências no desenvolvimento da mente e na aquisição de outras competências, como o domínio da língua ou a matemática. Os currículos devem ser pensados não somente em termos de objetivos, mas também das relações que os objetivos possuem entre si.

Recentemente tem-se falado da necessidade da “alfabetização de segunda ordem”, ou seja, do domínio de competências e habilidades que supõem a boa realização da alfabetização em sentido restrito e que incluem habilidades metaconceptuais. Estas têm sido designadas como “alfabetização científica”, “alfabetização cultural”, “literacia crítica”, “pensamento crítico”... Podemos concluir que a ênfase na importância da alfabetização de segunda ordem indica uma preocupação com aspetos da formação

⁵ A citação na íntegra é a seguinte: *On logical grounds, then, it would seem that a consistent concept of liberal education must be worked out fully in terms of the forms of knowledge. By these is meant, of course, not collections of information, but the complex ways of understanding experience which man has achieved, which are publicly specifiable and which are gained through learning.*

curricular que têm sido desatendidos e para os quais se torna necessária uma estratégia de trabalho que vá para além dos limites de cada disciplina em particular.

Segundo Stenhouse (Stenhouse, 1998), o macroconceito de educação integra quatro processos: o treino, a instrução, a iniciação e a indução. Os dois primeiros compreendem os comportamentos de uso de instrumentos, recordação e reconhecimento. Já a iniciação refere-se à familiarização com valores e normas sociais e permite ao aluno adquirir competências para interpretar adequadamente o entorno social e mover-se no seio do mesmo e, por fim, a indução consiste em iniciar os alunos nos sistemas de pensamento e no conhecimento da cultura. Ora, “na maioria das escolas a iniciação constitui parte do “currículo oculto, com frequência em forma de mito à semelhança do “ponta do iceberg”. Podem ter uma intenção, mas torna-se extremamente difícil estabelecer uma congruência entre a socialização a que de fato estão submetidos os alunos e as intenções da escola” (Stenhouse, 1998, pp. 122–123). Também “os processos de indução, quando bem realizados, dão lugar à compreensão, tal como se evidencia na capacidade do ser humano para captar relações e juízos, e para estabelecê-los por si-mesmo (...) Trata-se de um processo tão vasto quanto subtil, que diz respeito ao processo de apropriação pelo ser humano das complexas estruturas conceptuais e inferenciais que caracterizam os nossos sistemas de pensamento e de conhecimento” (Rocha, 2016). Ora, grande parte dos conhecimentos que o ser humano adquire na sua vida (*treino e instrução*, nomeadamente) dependem da educação na indução.

Mediante o trabalho de análise conceptual podem-se desenvolver em particular os processos de iniciação e de indução. Ora, na esteira de Kant, se a filosofia é vista como um recurso ensinável, que permite examinar a própria maneira de pensar (chamava-lhe *lógica*), o seu estudo traz consigo a aprendizagem de alguns instrumentos metodológicos, que favorecem a indução.

Devido à sua formação, o professor de Filosofia é capaz de estabelecer relações entre as disciplinas, mediante o estudo da rede conceptual. Para isso, deve realizar um trabalho de mapeamento de conceitos (ou rede conceptual).

“O aspeto mais interessante de um tal mapeamento de conceitos transversais é que, ao cabo do levantamento de uma tal lista, descobrimos que estamos às voltas com conceitos da Filosofia que são igualmente fundamentais nas demais disciplinas e com isso não nos afastamos do chão da Filosofia (...) A Filosofia, pela sua natureza e história, pode naturalmente vir a ser um momento curricular de perceção da unidade, da complexidade e da riqueza do espírito humano” (Rocha, 2016).

A leitura dos programas e das metas curriculares das outras disciplinas permite ao professor identificar conceitos, temas e atividades transversais que podem ser usados. Um exemplo, por nós estudado no âmbito deste trabalho, foi a riqueza de objetivos cognitivos e cívicos prosseguidos pela disciplina de Biologia-Geologia, dos 10º e 11º anos da área de estudos científico-humanísticos. Assim, lê-se nas finalidades da componente de Geologia que não basta respostas tecnológicas para os grandes problemas com que se está a enfrentar a humanidade:

“É necessário (...) uma mudança de atitudes por parte do cidadão e da sociedade em geral. Para que esta mudança de atitudes se verifique, impõe-se uma literacia científica sólida que nos auxilie a compreender o mundo em que vivemos, identificar os seus problemas e entender as possíveis soluções de uma forma fundamentada, sem procurar refúgio nas ideias feitas e nos preconceitos. A consciencialização e a reflexão críticas sobre esses desafios são inadiáveis, sob pena de uma crescente incapacidade dos cidadãos para desempenharem o seu papel no seio da democracia participada e em garantirem a liberdade e o controlo sobre os abusos de poder e sobre a falta de transparência nas decisões políticas” (Programa 10º ano, p. 2-3).

Também a apresentação da componente de Biologia insiste sobre o papel do conhecimento científico para a tomada de decisões. Realça que a forma de compreender a realidade e a atividade humana nunca é neutra, pelo que existe uma relação intrínseca

entre a literacia biológica e a liberdade humana. *Esta interdependência (...) é particularmente determinante nas opções que se prendem com a espécie humana e o ambiente* (Programa 10º ano, p. 65).

No desenvolvimento do programa de Geologia encontram-se incentivos ao professor no sentido da promoção de uma *visão articulada e estruturada dos conteúdos, à construção ativa do conhecimento* pelo aluno ou à *exploração da natureza da Ciência e da investigação científica*. O programa de Biologia também recolhe um conjunto de competências a desenvolver muito interessantes para um docente de Filosofia, tais como: simplificar, ordenar, interpretar e reestruturar informações; estabelecer relações causa-efeito e explorar diferentes interpretações em sistemas complexos; desenvolver atitudes de curiosidade, humildade, ceticismo e análise crítica; *interpretar, criticar, julgar, decidir e intervir responsabilmente na realidade envolvente* (Programa 10º ano, p. 67). O elenco de competências termina com uma afirmação de grande interesse para o trabalho interdisciplinar:

“O reforço de competências técnicas e tecnológicas não constitui, em si mesmo, um objetivo primordial da implementação do programa, porém, deve ser perspectivado como instrumental no processo de ensino-aprendizagem” (Programa 10º ano, p. 67).

O programa de Geologia prevê um conjunto de objetivos, ou conteúdos, conceptuais, atitudinais e procedimentais. Neles encontram-se exigências de desenvolvimento de capacidades de interpretação; de capacidades de seleção de informação, de análise e de avaliação crítica da mesma; *desenvolver atitudes, normas e valores; promover uma imagem da Ciência coerente com as perspetivas atuais; fornecer uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente; fomentar a participação ativa em discussões e debates públicos respeitantes a problemas que envolvam a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente; melhorar capacidades de comunicação escrita e oral* (Programa 10º ano, p. 7-8).

O programa de Geologia propõe também um conjunto de propostas metodológicas, algumas das quais nos parecem de destacar:

“O conhecimento de antigas formas de pensar, obstaculizadoras, em determinados momentos, do desenvolvimento científico, associado à compreensão e valorização de episódios históricos que traduzem uma mudança conceptual, ajuda a identificar não só os conceitos estruturantes como pode, igualmente, ser uma ferramenta importante na sua superação” (Programa 10º ano, p. 12).

O programa também anima a que haja espaço para a confrontação de ideias entre os alunos, *para que se verifique uma evolução nas suas representações mentais*.

Quanto à organização geral do programa, vale a pena notar que cada um dos temas propostos inicia com uma situação-problema, com a qual se pretende “motivar os alunos para o estudo dos diversos assuntos, interessando-os pela sua realidade mais próxima; contextualizar os conceitos que se espera venham a ser adquiridos, encontrando um fio condutor que lhes dê unidade; desenvolver formas de pensamento mais elaboradas; corrigir eventuais erros que a mediatização de determinados assuntos tem provocado”.

De notar também que, para cada tema, o programa recolhe um quadro de conteúdos programáticos, o que facilitará a elaboração de aulas interdisciplinares, pois torna mais patente os conceitos comuns às duas disciplinas. De notar, conteúdo, que o quadro que orienta a planificação, recolhendo os conteúdos programáticos, o nível de aprofundamento dos mesmos e que sugere um número de aulas para cada tema, encontra-se estruturado de uma forma algo enigmática. Assim, os títulos das colunas são os seguintes: conteúdos conceptuais; conteúdos procedimentais; conteúdos atitudinais; recordar e enfatizar; evitar; factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar; número de aulas previstas. No espaço dedicado aos conteúdos conceptuais encontram-se os títulos dos capítulos e subcapítulos, tais como “1.2. Interação de subsistemas”. Já nos conteúdos procedimentais encontram-se competências cognitivas que os alunos devem desenvolver, como “problematizar e

formular hipóteses” ou “testar e validar ideias”. Mas o mais curioso são os conteúdos considerados atitudinais, como “aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista” ou “admitir a investigação científica como uma via legítima de resolução de problemas”. Questiono-me se os diferentes pontos de vista são todas da ordem da geologia, ou se o programa pretende que o professor de geologia-biologia faça um estudo de tipo epistemológico. De qualquer forma seria um espaço interessante para um trabalho interdisciplinar sobre a noção de problema e a existência de diferentes pontos de vista sobre os mesmos. Quanto a *admitir a investigação científica como uma via legítima de resolução de problemas*, espero que nenhum aluno do 10º ano que tenha optado pela área de ciências seja cético em relação à função pragmática da ciência.

Como se pôde ver nesta breve análise dos programas de Biologia-Geologia do 10º e 11º ano, existem numerosos pontos de contacto entre a Filosofia e esta disciplina (para referir somente uma delas), que podem enriquecer o trabalho interdisciplinar e abrir portas ao trabalho em conjunto. Só com a formação para a cidadania e a literacia científica já se têm dois pontos de partida com variadas implicações.

Além disso, é patente nos documentos programáticos de Biologia e Geologia a abertura a uma contextualização mais além dos limites da disciplina em questão, bem como a uma relação com a vida prática. Basta pensar na inserção de uma situação-problema no início de cada tema e nos frequentes apelos para não reduzir os problemas a uma determinada visão do mesmo. Encontra-se aqui uma base de trabalho em conjunto.

Também no campo do currículo implícito ou “alfabetização de segunda ordem” o trabalho em conjunto das disciplinas só poderá redundar em benefícios para os alunos. Ainda que a Filosofia possa aportar a sua contribuição específica, um trabalho efetivo em cada disciplina poderá ajudar realmente os alunos.

“Disso decorre a necessidade de um trabalho muito bem detalhado em Filosofia. Pelo fato de ser uma disciplina comprometida com a racionalidade da argumentação humana, ela pode contribuir de forma decisiva para o incremento da atenção do aluno acerca dos seus próprios modo de

argumentação, fato que sugere conteúdos e atividades específicos da área de conhecimentos e habilidades de lógica e linguagem” (Rocha, 2016).

3.2. A problematização como recurso interdisciplinar para a conceptualização

A abordagem destas aulas é feita a partir de problemas que requerem, por parte dos alunos, uma apropriação dos instrumentos conceptuais para poderem ser trabalhados. Partimos do conhecimento espontâneo ou experiência comum, pois é a forma como o homem conhece e se relaciona naturalmente com as coisas, ou seja, é com base na experiência comum que o homem se coloca as primeiras perguntas (problemas) acerca da realidade. Trata-se, pois, da base empírica de qualquer problematização. A experiência comum também consubstancia o primeiro substrato lógico sobre o qual se organizam as explicações acerca da realidade e, com base nos dados recolhidos pelo senso comum e partindo dessa organização mental, sobre o qual se estruturam os argumentos que o sujeito cognoscente vai desenvolvendo (Orange, 2010). São, pois, três elementos que servem de base à problematização e que iremos usar nas nossas aulas para tratar da problematização científica e filosófica: dados empíricos ou experiência, organização dos dados e argumentação.

A problematização é uma das três competências específicas do ensino-aprendizagem da Filosofia, na esteira de Michel Tozzi, que este explica nos termos seguintes:

“La problématisation, ou capacité de s’interroger sur le sens (...) ou la vérité (...); de douter, de mettre en question ses opinions (...), qui sont souvent des préjugés (des affirmations posées avant même d’avoir été réfléchies); de les considérer comme des hypothèses plus que comme des thèses; de remonter d’une affirmation à la question à laquelle implicitement elle répond, ou de débusquer les présupposés d’une thèse et vérifier leur pertinence (...); de questionner les représentations d’une notion (...); d’expliciter si et en quoi

une question (...) ou une notion (...) pose philosophiquement problème (Tozzi, 2012, p. 16).

Quando se estuda o processo das descobertas científicas, verificam-se dois fenómenos que são comuns ao que sucede em sala de aula. Por um lado, ocorre que a experiência comum da qual estão munidos os alunos da turma impeça o bom decorrer do processo de aprendizagem, exatamente como os preconceitos dos cientistas os podem impedir de perspetivar corretamente um dado problema científico.

Um exemplo é o do cientista Claude Bernard, que estudou a produção e destruição de açúcar no organismo. Inicialmente, partindo da sua experiência comum, estava convencido que o organismo apenas destruía o açúcar, mas os seus resultados empíricos não eram congruentes com este postulado. Verificava que o nível de açúcar variava em função do órgão do organismo onde era recolhida a amostra, bem como do momento em que o fazia. O seu senso comum tinha elaborado um modelo explicativo, sobre o qual não se enquadravam os resultados que obtinha. Até que Bernard decidiu usar os mesmos dados, mas usando um modelo explicativo diferente, e chegou a perceber o papel do fígado na produção de açúcar. Bernard continuou a usar o seu senso comum e os dados que tinha, mas modificou um dos princípios sobre o qual se organizavam as explicações desses dados, que lhe vinha do senso comum.

Ora, se aplicarmos esta ideia à didática, existem três níveis de influência da experiência comum nos problemas que se colocam em sala de aula. Primeiro, influencia nos dados empíricos, que são a base comum e a condição de possibilidade de trabalho conjunto no seio da turma. Se a turma não se encontrar toda ao mesmo nível de conhecimentos do sentido comum, ou se alguns alunos não se encontrarem ao nível de perceber o problema que se pretende estudar, não estarão aptos a problematizar aquela questão. Em segundo lugar, a experiência comum também exerce uma influência sobre as representações dos alunos acerca do problema. “Corre tudo bem se esse registo [explicativo] é compatível com a problematização que se pretende, senão é necessária uma rutura metafísica: é um problema didático de importância” (Orange, 2010, p. 132). Por fim, a experiência comum será também relevante para a forma como os alunos irão

procurar formular e encadear os seus argumentos, ou seja, o modo como explicarão o problema e a sua resolução. Em suma, a experiência comum afeta os alunos e a sua relação com os problemas de três formas: determina o acesso aos dados do problema, afeta a boa compreensão do mesmo e, também, a sua explicação e posterior desenvolvimento.

Por esta razão, o trabalho em sala de aula partirá do senso comum dos alunos, que será tido em conta e incluído no desenvolvimento da aula. Com base neste, ir-se-á enriquecer a sua compreensão conceptual mediante a resolução de um problema.

No ensino de Filosofia convém prestar uma particular atenção às relações entre os aspetos lógico e psicológico dos conceitos em transposição. De facto, o trabalho de apropriação de novos conceitos, tão característico das aulas de filosofia, conta, como ponto de partida, com os esquemas conceptuais de que o estudante se encontra munido. Se o professor não começar por identificar este aspeto psicológico da aprendizagem conceptual, estará a colocar de parte um dos aspetos determinantes para uma aprendizagem efetiva.

No livro de Marilena Chauí, *Convite à Filosofia*, a autora apresenta a atitude filosófica como um distanciamento em relação às ideias que são dadas como adquiridas na vida quotidiana. Para ilustrar esta atitude utiliza expressões como “interrogar-se a si-mesmo” ou “tomar distância de si-mesmo e da vida quotidiana”.

“A técnica em questão, como se sabe, consiste em suspender os nossos juízos ordinários de primeira ordem para tematizar os conceitos que neles usávamos de forma tácita. Temos assim um avanço na explicitação dos mecanismos de análise e argumentação que nos permitem transformar as crenças silenciosas em compreensão, investigação (...) Precisamos de compreender os mecanismos que mostram que o conceito que desempenha um papel operatório num caso passa a ter o lugar de conceito-objeto em outro. Este mecanismo é característico e decisivo para a tarefa humana de conceituação da realidade, pois é ele que arma a capacidade de pensamento crítico” (Rocha, 2016).

A Filosofia da Ciência estuda a possibilidade de a ciência poder afirmar algo acerca da realidade e, se assim for, em que termos. Deste modo, estuda tanto o valor que se pode atribuir às descobertas científicas, como o método utilizado pelos cientistas.

Aristóteles considerava a *Episteme* (traduzida por *ciência*) como uma virtude dianoética, ou seja, um tipo de capacidade orientada para o conhecimento, que se atualizava pelo pensamento. Haveria cinco virtudes dianoéticas: o intelecto (*nous*), a ciência (*episteme*), a sabedoria (*sofia*), a sabedoria (*fronesis*) e a arte (*techne*). A ciência teria como característica principal o seu caráter apodítico e como objeto de conhecimento aquelas coisas “que não podem ser diferentes daquilo que são” (Ética a Nicómaco, VI, 2, 1139a 13-14). A

Distinguia a *Episteme* da *Techne* (traduzida por *arte*). Ambos estes tipos de conhecimento partiam da experiência, só que a ciência devia poder expressar-se numa linguagem e ser comunicável pelo ensino (Ética a Nicómaco VI, 1139b 25). Já a *techne* possuía um caráter prático: usaria os conhecimentos propriamente científicos para as realizações circunstanciadas do trabalho efetivo de produção de coisas. Por isso, para Aristóteles a medicina é *arte*. A grande diferença entre *techne* e *episteme* reside, sobretudo,

Já Kant se tinha questionado sobre a possibilidade de o homem fazer ciência, mas, precisamente, centrou-se na *possibilidade* da ciência e não no facto da mesma. Ora, o que os epistemólogos procuram é estudar o dinamismo *real* das evoluções científicas: *é o movimento científico do pensamento que constitui o objeto do nosso estudo* (Granger, 1976, p. 22).

Ora, uma das características da ciência é precisamente aquilo que levou as pessoas a duvidarem dela, isto é, a sua necessária progressividade:

“O edifício científico encontra-se necessariamente em desequilíbrio e constantemente em progresso [...] o erro faz parte integrante do movimento do espírito que cria a ciência; a tal ponto que se poderia definir paradoxalmente o conhecimento científico como o conhecimento erróneo” (Granger, 1976, p. 23).

O reconhecimento dos erros e a sua correção é precisamente aquilo que permite ao edifício da ciência construir-se, ocorrendo uma maturação própria dos erros:

“O progresso da ciência consiste, em parte, em fazer passar um erro do estado de erro vulgar – quer dizer, de saber não formulado e ambíguo –, ao estado de erro científico, quer dizer de saber refutável. Neste sentido, a ciência não para de se destruir a si própria para renascer, ou melhor, para nascer verdadeiramente” (Granger, 1976, p. 24).

De facto, o erro científico permite não somente um progresso dos conteúdos da ciência, mas também da sua forma. Segundo Granger, a natureza permite ao homem fazer ciência na medida em que contém matemática, ou seja, princípios reguladores da natureza que o homem procura desvendar. Neste sentido, qualquer forma científica do pensamento é matemática. Com a ajuda da matemática, o ser humano elabora teorias abstratas, que deixam de ser um simples reflexo das estruturas e dos processos reais. O trabalho científico opõe-se, pois, à espontaneidade da percepção: *a ciência é trabalho humano* (Granger, 1976, p. 28). Por conseguinte, o seu objeto de estudo encontra-se, também ele, em progresso.

O problema reside na distância que se cria entre as estruturas mentais e o objeto percebido, neste caso a natureza. *A forma do objeto científico não diz respeito diretamente ao conteúdo sensível, mas a uma linguagem* (Granger, 1976, p. 28). O hiato entre a percepção e a ciência resulta essencialmente da mediação da linguagem. Kant não teve este aspeto em consideração, pois debruçou-se somente sobre a possibilidade da ciência, de um ponto de vista *de jure*, de mera possibilidade.

Ora, se a ciência autêntica se encontra mediada pela linguagem, torna-se mais difícil a interpretação do erro científico, pois também este consubstancia uma elaboração. Aqui reside um dos papéis da epistemologia:

“A ciência apreende os objetos construindo sistemas de formas numa linguagem, e não diretamente sobre os dados sensíveis. No entanto, como se

encontra garantida a eficácia do seu impacto no mundo da percepção? Este é o tema essencial da epistemologia” (Granger, 1976, p. 30).

A epistemologia assim entendida analisa as fundações e as estruturas da linguagem, pois reside aqui a forma do conhecimento científico. Existem, contudo, dois perigos nesta investigação: por um lado o nominalismo, ao reduzir a ciência à linguagem e, por outro, o formalismo, isto é, a consideração das estruturas linguísticas com independência dos fins objetivos aos quais elas estão ordenadas na obra científica. Por isto, Gilles-Gaston Granger realçou a necessidade de a epistemologia formal ter de ser ao mesmo tempo transcendental, para podermos perceber quer a ciência, quer a natureza.

Ora, o ceticismo em relação à ciência, que caracterizou a segunda metade do século XX, e ainda perdura em parte, provém da ignorância em relação à natureza da ciência. Pode-se contrariar esta tendência mediante o estudo da epistemologia no Ensino secundário.

3.3. A ciência como linguagem

As línguas nascem para vincularem informações (comunicar), por isso a ciência é um discurso que se forma com dois objetivos: ser um veículo entre as consciências, e ser um mediador entre a consciência e os objetos. Estes são dados a conhecer ao homem pela percepção, mas é a linguagem científica que contribui para os tornar manejáveis.

É fácil resvalar para uma concepção gramatical da ciência, em que esta é reduzida a um discurso persuasivo e o universo a uma entidade pseudo-objetiva. É o que sucedeu nas filosofias nominalistas, como no neopositivismo de Von Neurath e Carnap, que defendiam ser possível dominar a ciência mediante um controlo efetivo da linguagem, pela filosofia. Assim, numa primeira etapa do seu pensamento, Carnap equiparava a ciência à sintaxe, pelo que, por exemplo, admitia qualquer hipótese inicial em toda a linguagem científica, tal como acontece na criação de uma linguagem nova. Segundo este autor, não existiria uma relação entre a ciência e a experiência, mas somente entre a

linguagem e as sensações. Já numa segunda fase, Carnap foi levado a estudar novamente a relação entre a linguagem e a experiência, em particular, as condições gerais da designação dos objetos através de símbolos. Reparou, assim, que *a atividade linguística constitutiva da ciência começa pela consideração dos objetos, e não somente pela designação das sensações* (Granger, 1976, p. 48).

De acordo com o dito, o objeto da epistemologia consiste nas organizações estruturais do pensamento científico, que são variáveis, assim como a ciência. A ciência debruça-se, certamente, sobre estruturas coerentes e acabadas (a lógica matemática), mas não de um modo estruturado e coerente. A descoberta científica é progressiva e gradual, portanto, por maioria de razão, também o é a epistemologia.

Kant afirmava que a forma do mundo residia na coordenação das formas, em vez da subordinação das mesmas entre elas.

“Mas toda a ciência moderna nega esta tese e, de resto, uma análise mais aperfeiçoada dos mecanismos sintáticos faz com que se encare a linguagem não apenas como uma coordenação, mas também e essencialmente como uma subordinação de formas” (Granger, 1976, p. 34).

Por isso, Granger propõe o regresso a uma espécie de aristotelismo (o filósofo da hierarquização das formas), para podermos compreender a estrutura do mundo.

Sendo assim, se o conhecimento científico representa um discurso particular sobre um objeto do conhecimento, *a elaboração desse discurso e a sua articulação com a percepção exigem que seja possível discorrer sobre esse mesmo discurso e que se revelem graus sucessivos de linguagem* (Granger, 1976, p. 34). Este movimento não consubstancia uma regressão ao infinito, porque a ciência existe de facto, mas somente como uma possibilidade, ou uma necessidade sempre presente, de encarar o próprio instrumento do conhecimento científico como objeto de investigações fecundas, e de passar dos esquemas aos temas, e reciprocamente. Sendo assim, é a hierarquização, a subordinação e a mobilidade dos níveis de construção que caracterizam o pensamento científico, ou seja, o estudo da axiomatização da ciência. Neste sentido, podemos

considerar o filósofo da ciência como um lógico que estuda o modo como a ciência tende a axiomatizar-se. Para isso, começa por estudar as premissas lógicas e psicológicas do pensamento (a forma como o ser humano conhece):

“A tarefa do lógico não é axiomatizar as estruturas do pensamento científico, mas sim investigar as premissas de um desenvolvimento do pensamento que conduz precisamente às estruturas axiomatizadas, verdadeiras formas de equilíbrio do pensamento racional, quer dizer, às matemáticas, entendidas no sentido mais lato. O movimento de axiomatização é dado na própria ciência, e o pensamento “qualitativo”, [...] torna-se aí científico, isto é, suscetível de axiomatização” (Granger, 1976, p. 59).

3.4. Epistemologia da Biologia

Iremos centrar-nos agora num problema do campo da biologia, que leva a uma reflexão epistemológica. Foi necessário optar por alguma disciplina de ciências, mas poderia ter sido química, geologia ou física. Grande parte daquilo que se irá desenvolver aqui poderia ser dito para as outras ciências experimentais. Contudo, perante a nossa escolha pela Biologia, importa situar um pouco esta disciplina e a sua epistemologia, de um ponto de vista histórico.

Os inícios da reflexão filosófica sobre fenómenos biológicos data da Antiguidade. Nomeadamente, sabe-se que Pitágoras, Demócrito e Platão (no *Timeu*) já consideravam o cérebro como a sede das funções cognitivas, por exemplo das capacidades linguísticas, o que teve influência nas suas filosofias. Já Aristóteles era cardiocêntrico; para ele o cérebro servia somente para arrefecer o organismo.

As descobertas científicas continuaram ao longo da Idade Média, mas o século XVII marcou uma modificação completa no entendimento acerca da ciência. De facto, em 1687, Newton publicou os princípios da sua mecânica, que partia da Geometria de Euclides (séc. IV a.C.), o que levou ao surgimento de um novo ideal de ciência. À medida

que aumentava a confiança depositada na ciência, verificou-se uma diminuição do interesse pela Filosofia.

O século XVIII assistiu ao rápido desenvolvimento da ciência e a uma visão otimista acerca dela: daqui a uns anos a ciência seria capaz de resolver os grandes problemas da humanidade. Mas, nos séculos XIX e XX verificaram-se casos de insucesso da Mecânica de Newton no campo do universo microfísico. Estas “falhas” levaram ao desenvolvimento de outras geometrias, não euclidianas, e da Física quântica, que oferecia melhor resultados do que a Física de Newton no campo das partículas microfísicas. Mais tarde, a Teoria da Relatividade de Einstein teria uma função semelhante para os movimentos infinitamente rápidos.

A consciência dos limites da Física, aliada ao suceder-se de duas guerras mundiais, que minou a visão otimista com que se encarava a ciência, produziu modificações na cultura. Visto a Mecânica newtoniana ter sido perspectivada como o paradigma do conhecimento, os seus insucessos geraram uma onda de ceticismo e de relativismo, aliada a uma visão pessimista da Ciência. Hoje em dia ainda se podem encontrar consequências desta cultura: cientistas que não têm a pretensão de encontrar uma explicação da realidade, mas apenas uma forma de obter “resultados válidos até prova do contrário”.

A Mecânica newtoniana é considerada a primeira teoria científica no sentido moderno do termo, porque pretendia ser aplicada a toda a realidade. Com a mesma teoria procuravam-se explicar todos os movimentos: a queda dos corpos, o movimento dos planetas etc.

Diversamente, a ciência que se desenvolveu na Antiguidade e na Idade Média, por exemplo a de Aristóteles, tinha como principal instrumento cognitivo a demonstração. O cientista centrava-se em descobrir as causas de um determinado acontecimento para poder explicá-lo, mas a sua investigação não continuava com a predição de acontecimentos futuros, como sucede hoje em dia. A relação com a natureza era mais de tipo contemplativo.

Ora, no século XVII, com o novo ideal de ciência, modificaram-se os conceitos de conhecimento e de causa. O conhecimento deixa de ser definitivo e necessário, pelo contrário, passa a ser considerado como provável, falível e dependente de demonstração

empírica. A explicação e a predição deixaram de ser vistas como independentes uma da outra, já que o modo de considerar uma explicação como aceitável consistiria precisamente na sua capacidade preditiva, ou seja, na afirmação de eventos futuros. Relacionar efeitos com causas requeria uma teoria, razão pela qual as noções de teoria e de postulado teórico passaram a ser centrais no novo modelo de ciência.

Assim, a combinação de explicação com predição tornou-se o traço mais característico da ciência experimental, que se foi consolidando nos séculos seguintes, em particular no século XIX. Esta modificação foi uma autêntica novidade, aliás, uma das novidades com mais influências na história da humanidade. Para compreender a natureza da ciência que se criou nessa época não basta dar uns retoques à noção clássica de ciência, pois é um novo paradigma, uma rutura epistemológica em relação aos tempos anteriores.

Ainda que a Idade Moderna tenha marcado uma viragem para a Biologia, foram dois acontecimentos dos últimos 160 anos que estão na origem de grande parte das problemáticas e desenvolvimentos científicos atuais, neste campo: a Teoria da Evolução, em 1859, e a descoberta da estrutura química do ADN, em 1953.

A discussão em redor da ciência seguiu uma estrutura que foi chamada por Hilary Putnam, em 1962, *the received view*. Esta expressão vem do positivismo lógico e considera que:

“Uma teoria científica é uma estrutura axiomático-dedutiva que é parcialmente interpretada em termos de definições chamadas regras de correspondência. As regras de correspondência definem os termos teóricos de uma teoria em referimento aos termos observacionais” (Thompson, 2000, p. 17).

O método axiomático consiste em formular uma teoria como um sistema de enunciados (*statements*, em inglês), que estão relacionados dedutivamente, pela lógica matemática. Os referidos enunciados consistem em generalizações (leis) e descrevem o comportamento de fenómenos. Dentro deste conjunto de leis, algumas delas têm o maior grau de generalização possível dentro da teoria. Servem, pois, de base para todas as

outras, razão pela qual são chamadas *axiomas*. Formam um conjunto consistente e não podem ser deduzidas de outro subconjunto. Já as restantes leis da teoria podem ser deduzidas dos axiomas, por dedução lógica, ainda que requeiram numerosos pressupostos subsidiários. Quando os axiomas não são evidentes por si-mesmos, mas são aceites como hipóteses que precisam de ser comprovadas pelos resultados da investigação, recebem o nome de postulados.

Este método foi usado desde a Antiguidade, especialmente na geometria de Euclides (300 a.C.). No século XVII, a obra deste autor, denominada *Os elementos*, chegou a representar o ideal de rigor científico; Newton até apresentou as suas duas grandes obras seguindo o método axiomático.

A Geometria de Euclides continuou a ser utilizada até aos dias de hoje, ainda que no século XIX, por motivo de uma discussão acerca do 5º princípio de Euclides, tenham aparecido as chamadas geometrias não euclidianas. Estas novas geometrias fomentaram um uso mais criativo do método axiomático, atitude que se reforçou quando, no início do século XX, se verificou que também a física de Newton precisava de ser revista.

Estas evoluções científicas, unidas ao desenvolvimento da matemática, levaram ao auge do método axiomático, que se converteu em muitos setores no modelo científico por excelência, pois responde de forma certa e convincente a muitas questões sobre a natureza do método científico. Esta visão continua a ser a dominante, ainda que teve e tem os seus críticos, que têm influenciado a Filosofia da Biologia.

3.5. Os problemas científicos

O trabalho do cientista não consiste simplesmente em encontrar um modelo compatível com os dados, mas também em fazer sobressair as condições de possibilidade desses modelos, o que chamamos necessidades (Orange, 1999, p. 121). A construção dessas condições de possibilidade é parte essencial da problematização científica, pois é esta característica que permite afirmar que estes conhecimentos provam de facto alguma coisa (caráter apodítico/evidente).

Ora, quando um cientista se confronta com um problema, procura dividi-lo em partes, de forma a poder simplificar o seu objeto de estudo. Realiza o seu estudo de forma ascendente: parte das partes e vai dirigindo-se, progressivamente, em direção ao todo. Uma vez estudado o aspeto do problema pelo qual optou, poderá integrar o conhecimento obtido com outras visões parciais semelhantes, para ir formando uma explicação progressivamente mais completa da realidade. O método usado pelo conhecimento científico é, pois, diferente do espontâneo: num primeiro momento o conhecimento científico usa o método analítico e só num segundo momento passa a um conhecimento de tipo sintético. De facto, enquanto o homem espontaneamente olha para uma determinada entidade “em geral” (no seu conjunto), sem centrar-se nalgum aspeto particular da mesma, o homem de ciência concentra a sua atenção nalgum pormenor, que procurará conhecer com rigor e em profundidade.

Claro que este proceder analítico implica algumas limitações. Nomeadamente, o cientista perde a visão de conjunta ao abdicar do estudo de certas variáveis do objeto que não são relevantes para o problema que procura resolver. Por exemplo, um físico que se confronta com um problema de movimento retilíneo uniforme procurará determinadas variáveis que lhe permitam resolver o problema, concretamente, a velocidade, a distância e o tempo. Não é relevante para o cientista que tipo de objeto está a considerar; trata-se de uma mota? De uma pessoa? De uma mosca? No entanto, para alguém que esteja a passar na rua e que vai colidir com esse objeto, a questão tem toda a relevância.

Para estas aulas optámos pela análise de conceitos comuns a duas disciplinas, neste caso a biologia e a filosofia. Optámos pela análise do verbo “explicar” ou o seu substantivo “explicação”, procurando averiguar se o conteúdo conceptual desta palavra é a mesma, quando se aplica em filosofia ou em biologia. Este exercício permitirá aprofundar os objetivos prosseguidos pela biologia e, deste modo, no próprio método científico. A comparação do significado da palavra, quando usada em cada uma destas disciplinas, permitirá aprofundar no conteúdo conceptual da mesma.

O que se entende quando se afirma que a ciência conseguiu *explicar* um determinado fenómeno? Quando se faz uma descoberta científica empregam-se termos similares aos que se podem encontrar num policial, como os do Sherlock Holmes ou em

livros da Agatha Christie: há um problema, que dá origem a uma investigação, teoria, provas, raciocínio... Será que a comparação é acertada? No final de contas, chega-se a uma explicação sobre um determinado acontecimento.

Mas o que é *explicar*? Será que esta palavra significa o mesmo no caso de um crime policial e no caso da ciência? Pensemos num problema da Biologia que se está a estudar hoje em dia, concretamente sobre a epigenética.

A estrutura da molécula de ADN foi descoberta por Watson e Crick em 1953. Esta sigla significa ácido desoxirribonucleico e está composta por átomos. Esta unidade orgânica forma as instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e o funcionamento de todos os seres vivos e de alguns vírus. O ADN encontra-se no núcleo das células dos organismos, no interior dos cromossomas, menos nos glóbulos vermelhos, que não possuem núcleo. Os segmentos de ADN que contêm a informação genética são denominados genes. O principal papel do ADN é armazenar as informações necessárias para a construção do RNA, que dará origem às proteínas e, por sua vez, a novas células.

O RNA consiste em moléculas mais pequenas que o ADN, que contêm parte da informação deste. Devido ao seu tamanho pequeno, conseguem sair do núcleo da célula, onde são lidas pelo ribossoma. Esta informação, como um código, transmite a forma como os aminoácidos se devem ligar, para formar proteínas. Existem cerca de 20 tipos de aminoácidos, mas existem milhões de proteínas diferentes. Estas organizam-se para formar células que, por sua vez, formam tecidos e, por fim, órgãos.

O problema sobre o qual se estão a debruçar os investigadores reside não no nível dos genes em si, mas sim no modo como esses genes se expressam. De facto, ainda que o ADN seja idêntico em todas as células do corpo, estas não são todas iguais. Duas células com o mesmo material genético podem ser muito diferentes, por exemplo no caso de um neurónio ou da célula de um músculo, que fazem parte do mesmo organismo, mas desempenham funções diferentes. A ciência debruça-se sobre como é que na divisão celular as células estaminais dão origem a células com funções diferenciadas e estas, por sua vez, se dividem mantendo a função da célula anterior. Se não ocorreu nenhuma modificação genética neste processo, a transmissão de informação tem de situar-se noutro nível, ou seja, na superfície dos genes, no RNA ou na leitura do mesmo pelos ribossomas.

Um exemplo deste fenómeno encontra-se nos gémeos verdadeiros. Estes têm o mesmo material genético, mas são diferentes: quem os conhece é capaz de os distinguir. A ciência atribui estas diferenças a acontecimento ambientais ou ao tipo de alimentação, ou seja, às experiências que tiveram.

A Biologia tem-se debruçado sobre este mecanismo, pois poderia ajudar-nos a perceber melhor como se desenvolvem determinadas doenças, como o cancro. Assim, tem verificado que há acontecimentos que podem modificar substancialmente a forma como os genes se expressam, e que esta informação pode-se transmitir para os filhos. Como é que isso é possível se não se trata de uma modificação genética?

Um exemplo encontra-se nos gafanhotos do deserto do Sahara, cujo metabolismo é capaz de adaptar-se às modificações ocorridas no meio, dando origem a dois tipos de gafanhotos completamente diferentes, ainda que tenham o mesmo material genético. Assim, o gafanhoto pode viver sozinho ou em grupo, consoante as modificações ambientais. Quando adota um comportamento gregário a sua cor muda, torna-se mais viva, desloca-se a uma velocidade lenta e caça sozinho. Contudo, quando surge uma época de seca, o gafanhoto modifica o seu comportamento e aparência: passa a caçar em grupos grandes e circula a uma velocidade rápida, que come tudo o que encontra (Simões, Ott, & E Niven, 2016).

Pensemos agora sobre este problema:

1. Porque é um problema?

Sinónimos: mistério, interrogação, questionamento,

Palavra próxima: dúvida,

Conceitos-chave: Acontecimento, incompreensão, padrão, repetição, observação, explicação, interrogação.

2. Como é que a Biologia o pode resolver?

Conceitos-chave: Divisão, elementos, análise, estrutura, medição, relações, método, teoria, testes/controlado, explicação, comprovação, verificação, indução, dedução, lei.

3. O que é explicar? O que se entende por explicar em Biologia?

Sinónimos

Conceitos-chave: descrever, desenvolver, relacionar, antecipar, prever,

Considerações finais

Este trabalho nasceu de interrogações pessoais acerca das opções curriculares dos governos, mas acabou por cingir-se a uma reflexão acerca dos impactos da interdisciplinaridade sobre os alunos e a uma proposta para desenvolver um trabalho interdisciplinar na escola.

Para isso, identificou características da sociedade contemporânea e do desenvolvimento científico, que requerem modificar o paradigma educativo desenvolvido nas escolas, centrando-o mais no desenvolvimento de competências do que na transmissão de conteúdos.

Também abordou o conceito de interdisciplinaridade e a sua génese no campo da investigação, que veio depois estender-se para o âmbito educativo, abrindo, deste modo, uma distinção entre interdisciplinaridade teórica e interdisciplinaridade prática. Aqui, analisou a implementação da interdisciplinaridade em Portugal, mediante recentes documentos legislativos.

Num terceiro momento a interdisciplinaridade prática (escolar) foi colocada em diálogo com o objetivo da didática, que é, precisamente, o desenvolvimento de uma lógica própria a uma determinada disciplina, para a transmissão dos conteúdos da mesma. Verificou-se, assim, que o processo de ensino-aprendizagem contribui indiretamente para a fragmentação do saber, pois leva a que existam duas lógicas diferentes referentes à mesma disciplina: a lógica das aprendizagens (prática) e a lógicas dos conteúdos (teórica), que é aquela que rege a investigação científica dessa disciplina.

Esta dualidade permitiu ilustrar o modo como o aluno, na escola, é sujeito à fragmentação do saber e a necessidade de os professores terem consciência da existência desse processo e da sua participação no mesmo. Também levou a insistir na importância de trabalhar de modo interdisciplinar, para que o aluno possa desenvolver uma narrativa própria acerca da realidade, chegando assim a uma lógica unitária, que integra os diferentes saberes que lhe são ensinados.

Subsequentemente, apresentou-se a Filosofia como dotada de grandes capacidades

para desenvolver trabalhos interdisciplinares na escola, já que pode acolher interrogações filosóficas que os alunos se colocam acerca de aspetos de outras disciplinas. Além disso, o facto de a Filosofia trabalhar com conceitos, dota-a de um instrumento de trabalho interdisciplinar. Assim, a Filosofia pode debruçar-se sobre conceitos específicos de uma disciplina, analisando-os, de forma a descontextualizá-los da “lógica dos conteúdos” em que costumam ser mobilizados pelos alunos, favorecendo a criação de uma narrativa interna unitária.

Terminou-se o trabalho com a uma proposta prática de análise dos conceitos de “problema” e de “explicação”, como são utilizados em Biologia, recorrendo à análise dos campos conceptuais, uma teoria didáctica desenvolvida por Gerard Vergnaud.

Referências bibliográficas

- Barata-Dias, P. (2006). As humanidades no ensino pré-universitário: crónica de uma exclusão anunciada. *Boletim de Estudos Clássicos*, 117–129.
- De Zan, J. (1983). ZAN, De J. La Ciencia Moderna y el Problema de la Desintegracion de la Unidad del Saber. Em A. P. Jordão (Trad.), *Mathesis, Antologia, II* (pp. 41–109). Lisboa: Departamento de Educação da FCUL.
- Delors, J. (Ed.). (1996). *Educação - Um Tesouro a Descobrir*. Porto: Asa.
- Engelmann, J. (2009). ROCHA, Ronai Pires da. Ensino de Filosofia e Currículo. Petrópolis: Vozes, 2008. *Trilhas Filosóficas, Ano II*.
- Fundação Calouste Gulbenkian. (2013, Novembro 12). Iniciativa Gulbenkian para os oceanos. Obtido 20 de Setembro de 2018, de <https://gulbenkian.pt/noticias/iniciativa-gulbenkian-para-os-oceanos/>
- Granger, G.-G. (1976). *Pensamento Formal e Ciências do Homem* (Vol. I). Lisboa: Presença.
- Hirst, P. H. (1974). *Knowledge and the Curriculum - A Collection of Philosophical Papers*. London: Routledge.
- Homem Cristo, A. (2017, Março 19). Levar os alunos para o século XXI? A Finlândia já o fez. *Observador*. Obtido de <https://observador.pt/especiais/levar-os-alunos-para-o-seculo-xxi-a-finlandia-ja-o-fez/>

- Jahan, S. (2015). Relatório do Desenvolvimento Humano 2015 - O trabalho como motor do desenvolvimento humano. PNUD. Obtido de http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2015_report_pt.pdf
- Lenoir, Y., & Klein, J. T. (2010). Interdisciplinarity in Schools: Introduction. *Interdisciplinarity in Schools: A Comparative View of National Perspectives*, 28, i–xxiii.
- Morin, E. (1999). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Paris: UNESCO.
- Oliveira Martins, G. d' (Ed.). (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. Editorial do Ministério da Educação e Ciência. Obtido de http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- Orange, C. (1999). Les fonctions didactiques du débat scientifique dans la classe: faire évoluer les représentations ou construire des raisons? Em *Actes des Premières journées scientifiques de l'ARDIST*. Cachan.
- Orange, C. (2010). La place de l'expérience commune dans la problématisation em sciences de la vie et de la Terre. Em M. Fabre, A. Dias de Carvalho, & Y. Lhoste (Eds.), *Expérience et problématisation en éducation – Aspects philosophiques, sociologiques et didactiques* (pp. 119–133). Porto: Edições Afrontamento.
- Pombo, O. (2005). Interdisciplinaridade e Integração dos Saberes. *Liinc em Revista*, 1, 3–15.
- Pombo, O. (2006). Práticas interdisciplinares. *Sociologias*, ano 8, 208–249.
- Pombo, O. (2011). *Unidade da ciência: programas, figuras e metáforas*. Lisboa: Gradiva.

- Pombo, O., M. Guimarães, H., & Levy, T. (1993). *A interdisciplinaridade - Reflexão e experiência*. Lisboa: Texto.
- Rocha, R. P. da. (2016). *Ensino de Filosofia e Currículo*. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciencia - Editora UFSM.
- Simoes, P., Ott, S., & E Niven, J. (2016). Environmental Adaptation, Phenotypic Plasticity, and Associative Learning in Insects: The Desert Locust as a Case Study. *Integrative and comparative biology*, 56. doi:10.1093/icb/icw100
- Stenhouse, L. (1998). *Investigación y desarrollo del curriculum* (4ª). Morata.
- Thompson, P. (2000). Biology. Em W. H. Newton-Smith (Ed.), *A Companion to the Philosophy of Science* (pp. 16–25). Oxford: Blackwell.
- Tozzi, M. (2012). Une approche par compétences en philosophie ? *Rue Descartes*, 73, 22–51.