PRÁTICAS DE INTEGRAÇÃO CURRICULAR NOS 1.º E 2.º CICLOS DO ENSINO BÁSICO

COORDENAÇÃO |
ALFREDO GOMES DIAS
E CRISTINA LOUREIRO

ANO | YEAR
2022.

CI ED.

Título | *Práticas de Integração Curricular nos 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico*

Coordenação | Alfredo Gomes Dias e Cristina Loureiro

Capa e Paginação | Cassandra Silva e Susana Torres, ESELx

Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Lisboa
Julho de 2022

ISBN 978-989-8912-18-3

https://doi.org/10.34629/ipl/eselx/ebook.013

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO 4

ULTRAPASSAR AS FRONTEIRAS DAS DISCIPLINAS: ARTICULAÇÃO DISCIPLINAR 10
Teresa leite & Mário relvas

APRENDIZAGEM MÓVEL E CORPORIZADA: SENSORES E ROBÔS EM EDUCAÇÃO BÁSICA NUMA PERSPETIVA INTERDISCIPLINAR 27
Ana Caseiro, Antónia Estrela & Maria joão Silva

PRINCÍPIOS PEDAGÓGICO-DIDÁTICOS PARA A CONCEÇÃO DE RECURSOS EDUCATIVOS DIGITAIS: ANÁLISE DO RECURSO COZINHAR A APRENDER 60
Adriana Cadoso, António Almeida, Carolina Gonçalves, Susana Pereira, Margarida Rodrigues & Encarnação Silva

CIÊNCIAS SOCIAIS E COMPETÊNCIAS PARA UMA CULTURA DA DEMOCRACIA: A CONSTRUÇÃO PARTICIPADA DE UMA CIDADANIA CRÍTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES 83
Maria João Barroso Hortas & Alfredo Gomes Dias

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA E DAS CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS 115
Pedro da Cruz Almeida, Lina Brunheira & Pedro Sarreira

ORGANIZADORES GRÁFICOS: FERRAMENTAS ESSENCIAIS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA E DE CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS 145
Antónia Estrela, Patrícia Ferreira, Cristina Loureiro & Pedro Sarreira

ORGANIZADORES GRÁFICOS: FERRAMENTAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA LÍNGUA PORTUGUESA 179
Antónia Estrela, Patrícia Ferreira, Cristina Loureiro & Pedro Sarreira

APRESENTAÇÃO

https://doi.org/10.34629/ipl.eselx.cap.livros.156

Práticas de Integração Curricular nos 1.º e 2.º ciclos do Ensino Básico é o primeiro e-book organizado pelos professores do Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didáticas (DFICD) da Escola Superior de Educação de Lisboa.

Este trabalho materializa o desejo dos professores do DFIDC de aprofundar o estudo e a reflexão em torno da interdisciplinaridade e da integração curricular, contribuindo assim para consolidar também cada uma das Didáticas específicas. O público-alvo destes textos são os estudantes dos Mestrados de Formação de Professores dos 1.º e 2.º ciclos do Ensino Básico. A autoria dos vários capítulos é da responsabilidade de equipas interdisciplinares de professores deste departamento e um dos textos associa também uma professora do Departamento de Formação e Investigação em Educação e Desenvolvimento.

As temáticas selecionadas e desenvolvidas, com base na multiplicidade de projetos, experiências e interesses de estudo dos seus autores, dão conta da diversidade de olhares que existe sobre os conceitos de interdisciplinaridade e práticas de integração curricular. Uma das preocupações dos autores foi a de assumir o caráter parcelar deste trabalho, sem intenções de cobrir amplamente o terreno da interdisciplinaridade. Assim, os diferentes capítulos deste e-book devem ser lidos na perspetiva de valorizar o contributo de cada texto para evidenciar ligações férteis entre algumas didáticas, principalmente ao nível das metodologias e recursos mobilizados, que não são exclusivos de qualquer uma das didáticas referidas.

O e-book é constituído por sete capítulos: um capítulo introdutório, de natureza transversal ao tema, e seis capítulos temáticos com especificidades ligadas a algumas das didáticas específicas. Esta estrutura tem três componentes que correspondem a abordagens à interdisciplinaridade de natureza distinta: um enquadramento teórico da temática (capítulo 1); experiências de interdisciplinaridade enquadradas em projetos de articulação curricular e pelos quais os seus autores foram responsáveis (capítulos 2 a 4); temáticas focadas de aprofundamento e reflexão interdisciplinar, que apresentam exemplos de sala de aula com dados recolhidos pelos autores do texto ou por outros professores (capítulos 5 a 7).

O primeiro capítulo enquadra a temática da articulação curricular numa perspetiva ampla e aberta, favorável à reflexão. Os seus autores situam a problemática em diferentes perspetivas, definem conceitos, caraterizam modelos de intervenção e apresentam exemplos de processos de integração curricular úteis à compreensão das perspetivas teóricas. O título que escolheram para o capítulo — *Ultrapassar as fronteiras das disciplinas: articulação disciplinar* — é de certo modo a expressão unificadora dos desafios de integração a que os vários capítulos subsequentes procuram responder.

Os três capítulos seguintes correspondem a experiências de articulação curricular realizadas pelos seus autores, integradas em projetos formais de cariz interdisciplinar. Duas das experiências estão ligadas à utilização de recursos tecnológicos, num dos casos sensores e robôs, no outro um recurso digital concreto concebido no âmbito do projeto específico. A terceira contempla uma temática transdisciplinar, a cidadania.

Assim, o capítulo dois, *Aprendizagem móvel e corporizada: Sensores e robôs em educação básica numa perspetiva interdisciplinar*, apresenta resultados de experiências desenvolvidas com sensores, no contexto do projeto Eco-Sensors4Health, e com robôs, em diversas atividades curriculares. Estas experiências foram realizadas com crianças em idade pré-escolar, de 1.º e 2.º ciclo, e também com futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos. Os autores evidenciam as potencialidades identificadas com estes trabalhos e fazem sugestões para futuras utilizações educativas destes recursos digitais. São de destacar as potencialidades relativas a aprendizagens de conceitos específicos de cada um dos domínios envolvidos (Estudo do Meio, Ciências Naturais, Matemática e Língua Portuguesa) e para o desenvolvimento de capacidades transversais essenciais ao ser humano, tais como

o raciocínio, a comunicação, a capacidade de resolução de problemas, o pensamento computacional. Além destas capacidades, os autores referem o papel que as experiências acompanhadas tiveram na assunção de papéis ativos na aprendizagem, os contributos para o desenvolvimento do trabalho em equipa e, ainda, no caso da robótica, as suas possibilidades para a amplificação da coordenação motora.

O terceiro capítulo apresenta e discute de forma sustentada um conjunto de princípios significativos para a conceção de recursos educativos digitais. Esta discussão tem por base um recurso digital concreto que visa promover o desenvolvimento integrado de competências (Português, Matemática, Estudo do Meio), que foi construído e experimentado no âmbito do projeto *Cozinhar a aprender: Recurso educativo digital para a promoção da integração curricular no 1.º Ciclo do Ensino Básico*, da responsabilidade dos autores deste texto. Neste capítulo, sob o título – *Princípios pedagógico-didáticos para a conceção de recursos educativos digitais: análise do recurso Cozinhar a Aprender* –, os autores acompanham a discussão de cinco princípios selecionados a partir de um conjunto vasto de imagens retiradas do recurso em análise, os quais permitem ter uma ideia muito completa das suas caraterísticas gráficas, das interações que possibilitam, das atividades que podem ser desenvolvidas e dos produtos que podem ser obtidos. A conclusão apresenta uma perspetiva reflexiva sobre a importância destes princípios, as ligações entre eles e a sua importância para a discussão de dinâmicas de ensino, sejam ou não realizadas em ambientes digitais.

Ciências Sociais e Competências para uma Cultura da Democracia: a construção participada de uma cidadania crítica na formação inicial de professores é o quarto capítulo desta publicação. Este trabalho tem por objeto de estudo a formação de futuros professores e foi realizado no contexto do projeto europeu Embedding a Democratic Culture Dimension in Teacher Education Programmes (EDCD-TEP). Os autores assumem que a complexidade do tema da cultura democrática os orientou para o repensar das abordagens pedagógicas e didáticas na sala de aula, cruzando-as com a necessidade de compreender a totalidade da realidade social e com a exigência da disponibilidade para mobilizar diferentes disciplinas dentro do campo das Ciências Sociais. Neste sentido, os autores constituíram como experiência a reconstrução da unidade curricular de Sociedade, Cultura e Território da qual são os professores responsáveis. Este trabalho, que associa um forte componente de investigação, contempla no relato apresentado todas as componentes do processo investigativo e apresenta evidências significativas, tanto do duplo processo vivido pelos professores, o ensino

e a investigação, como do duplo processo vivido pelos alunos futuros professores, a aprendizagem e a reflexão.

Os três capítulos finais não têm nenhuma ligação a projetos formalizados, resultam do interesse dos seus autores por estudar, em conjunto e com diferentes lentes disciplinares, temáticas interdisciplinares específicas como a resolução de problemas e os organizadores gráficos. Constituem, por isso, aproximações novas entre professores dos diversos domínios envolvidos.

O quinto capítulo discute a Resolução de Problemas com olhares convergentes da Matemática e das Ciências Naturais, como indica o seu título, *A resolução de problemas no ensino da Matemática e das Ciências Físicas e Naturais*. Os autores situam a resolução de problemas na literatura específica das duas áreas envolvidas e desenvolvem este estudo com uma dupla orientação. Por um lado, procuram enquadrar e dar conta das diferenças que o papel formativo da resolução de problemas tem em cada uma das duas áreas específicas. Por outro, desenvolvem uma situação interdisciplinar, que pode ser utilizada em contexto de sala de aula do 1.º Ciclo do Ensino Básico, com o objetivo de desenvolvimento de competências de resolução e formulação de problemas. Este exemplo constitui uma síntese das duas perspetivas disciplinares que discutiram e um avanço interdisciplinar fundado num tema de interesse para as crianças. Com este trabalho, os autores assinalam a necessidade de mudar o modo de participação do aluno e a colaboração entres os professores, reforçando a ideia de que tanto uma como outra apontam a exigências de conhecimento aprofundado de cada disciplina.

O sexto e o sétimo capítulos resultaram de uma ideia original de caracterizar um tipo de recurso de raciocínio transdisciplinar — os organizadores gráficos — e de discutir amplamente a sua utilização em três disciplinas, a Matemática, as Ciências Físicas e Naturais e a Língua Portuguesa. O desenvolvimento da ideia original e a extensão da temática conduziram à necessidade de estruturar o texto em duas partes: uma primeira componente corresponde à utilização que faz parte da essência das duas áreas envolvidas, a Matemática e as Ciências Físicas e Naturais; uma segunda componente corresponde às novas explorações deste recurso de raciocínio numa área inusitada, a Língua Portuguesa. Embora com esta separação clara, os autores procuraram construir um desenvolvimento interdisciplinar do objeto de estudo e identificam também facilidades da sua utilização em várias áreas devido ao desenvolvimento dos recursos tecnológicos. Os dois textos estão interligados, havendo chamadas de referência entre ambos.

No primeiro destes dois últimos textos, *Organizadores gráficos: Ferramentas essenciais no ensino e aprendizagem de Matemática e de Ciências Físicas e Naturais*, caracteriza-se o objeto de estudo, situando-o em cada uma das áreas de conhecimento específica e explorando os vários tipos de organizadores gráficos em cada um das áreas. As várias possibilidades do objeto de estudo e da sua utilização são exemplificadas separadamente e são apresentadas várias situações didáticas de utilização com alguma discussão de evidências recolhidas em sala de aula.

No segundo texto, *Organizadores gráficos: Ferramentas de ensino e aprendizagem da Língua Portuguesa*, os autores identificam utilizações didáticas da utilização de organizadores gráficos na aprendizagem da Língua. Os exemplos explorados e discutidos são relativos a situações de ensino com crianças ou em formação de nível superior, e apresentam evidências de utilização real. A finalizar, o estudo enuncia dois princípios básicos sobre a utilização de organizadores: 1) recorrer a um OG para apresentar ou expor informação sempre que isso é possível; 2) recorrer a um OG para organizar ou construir nova informação a partir de outra já existente. Apontam ainda o reconhecimento do poder transdisciplinar dos organizadores gráficos e apelo à realização de estudos sobre a sua utilização didática numa perspetiva interdisciplinar.

Apesar das muitas limitações que apresenta, este conjunto de textos evidencia o potencial de estudo sobre perspetivas de trabalho interdisciplinar entre as várias didáticas de que os autores são especialistas. Constitui por isso uma espécie de promessa de que há férteis desafios curriculares interdisciplinares a encarar. E esse foi o repto abraçado por alguns dos coautores que não tinham experiência anterior de escrita nem de trabalho curricular em colaboração. De certa forma é uma expressão do inconformismo e da procura de novos caminhos de estudo e reflexão, caráter decisivo na procura da interdisciplinaridade. Contudo, e não obstante os avanços e as falhas, sabemos que este trabalho não faz justiça a muito do trabalho de integração curricular que já é realizado em várias unidades pluridisciplinares da responsabilidade de docentes do DFICD e que não ficam documentadas nesta publicação. Tal é o caso de Literatura e História ou de Universo e Matemática, entre algumas outras unidades curriculares de natureza pluridisciplinar que integram os planos de estudos dos dois Mestrados de Ensino do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico. Concluímos, por isso, que esta publicação não espelha todo o trabalho interdisciplinar que é feito pelos professores do DFICD, não esgota os desafios da interdisciplinaridade e aponta várias possibilidades de desenvolvimentos futuros,

nomeadamente, aprofundando abordagens integradas do currículo do ensino básico.

A decisão de realizar este trabalho foi alvo de longa e animada discussão entre os docentes do DFICD, tendo culminado com a vontade de ultrapassar constrangimentos e vencer a inércia do discurso oral. Entre o início da discussão no princípio de 2020 e a finalização dos textos decorreram dois anos, que coincidiram com a vivência da pandemia. Esta publicação surge, portanto, com a marca da persistência e da determinação dos seus dezoito autores. Desejamos que o culminar deste esforço conjunto seja apreciado por todos os professores envolvidos e que constitua um estímulo para continuarmos a refletir e a escrever sobre temáticas transversais que interessam a todos os docentes deste Departamento. Vários são os desafios e as possibilidades de alargamento, nomeadamente a outras áreas de grande valor interdisciplinar como, por exemplo, as Artes.

Esta publicação foi revista por um conjunto de professores de outras instituições que ajudaram a melhorar os textos originais: Bento Cavadas, Marta Uva, Neusa Branco e Susana Colaço, da ESE do IP de Santarém; Mariana Pinto da ESE do IP de Setúbal e Francisco Javier Jaraíz Cabanillas da Facultad de Formación del Profesorado da Universidad de Extremadura. A todos agradecemos o entusiasmo com que abraçaram o exigente trabalho de revisão, o apoio prestado e os preciosos contributos que muito ajudaram a aperfeiçoar os textos e validando o seu rigor científico.

ULTRAPASSAR AS FRONTEIRAS DAS DISCIPLINAS: ARTICULAÇÃO DISCIPLINAR

Teresa Leite
Departamento de Formação e Investigação em Educação e Desenvolvimento da ESELx
UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa
Mário Relvas
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx

https://doi.org/10.34629/ipl.eselx.cap.livros.157

Resumo

A organização atomizada e fragmentada das disciplinas é, ainda hoje, uma caraterística do nosso sistema de ensino, subsistindo em todos os níveis de ensino, incluindo a situação de monodocência no 1.º ciclo. Esta compartimentação gera dificuldades na continuidade e na transferibilidade das aprendizagens, não facilitando a compreensão das conexões entre as diferentes disciplinas. Por outro lado, é necessário assegurar que uma visão globalizante do currículo não se confunde com um conhecimento elementar e redutor de cada área disciplinar.

Esta problematização levou à proliferação de termos que encontramos frequentemente no discurso pedagógico, não tendo o seu uso sido acompanhado de uma clara definição daquilo que os diferencia e dos processos através dos quais podem ser implementados. Com efeito, de que falamos quando usamos expressões como "articulação curricu-

lar" e "integração curricular"? Será que temos todos o mesmo entendimento sobre o que significam "interdisciplinaridade" e "multidisciplinaridade"?

Neste capítulo procuraremos dar resposta a estas questões, começando por equacionar diferentes perspetivas, definir conceitos e caraterizar processos de planeamento da intervenção.

Palavras chave: articulação curricular horizontal; interdisciplinaridade; integração curricular.

Introdução

O estabelecimento de relações entre diferentes áreas curriculares/disciplinas tem sido considerado desejável em todos os níveis educativos e ciclos de ensino mas, de forma mais incisiva na educação dos primeiros anos, correspondendo à fase de desenvolvimento das crianças desta faixa etária e a uma abordagem inicial de conhecimentos, necessariamente holística, na qual se criam os fundamentos para as futuras abordagens especializadas por ramos do saber (Rose, 2009; Eaude, 2014; UNESCO, 2012). A abrangência disciplinar do currículo do 1.º ciclo exige que o professor tenha conhecimentos aprofundados sobre os conteúdos de cada uma das áreas que ensina, de modo a poder relacioná-los não apenas com as experiências, necessidades e nível de desenvolvimento das crianças, mas também a articular entre si as diferentes áreas curriculares (Leite, 2018). Como refere Hayes (2010), neste nível de ensino são os processos de articulação curricular que fortalecem os conteúdos disciplinares.

No entanto, a monodocência, caraterística da educação pré-escolar e do ensino do 1.º Ciclo não garante, por si só, qualquer nível de articulação curricular horizontal (Pacheco, 2001; Rangel, 2001; Roldão, 2001). Embora os professores do 1.º ciclo tendam a reconhecer a articulação entre áreas disciplinares como uma estratégia eficaz, consideram o seu planeamento e implementação difíceis e morosos (Leite, 2018). Assim encontramos em muitas turmas do 1.º ciclo uma fragmentação disciplinar decalcada de níveis de ensino mais adiantados (Pacheco, 2001), com tempos estanques e conceitos circunscritos à respetiva disciplina. Em sentido contrário, é possível afirmar que a abrangência disciplinar do currículo do 1.º ciclo (da Dança ao Português, por exemplo) facilita a articulação curricular, uma vez que um currículo estrangulado, centrado apenas em 2 ou 3 áreas curriculares, tornará mais difícil essa articulação.

Nos 2.º e 3.º ciclos, a articulação curricular apresenta dificuldades acrescidas, uma vez que exige o trabalho colaborativo entre professores com diferentes quadros de referência teóricos, linguagens, esquemas didáticos e perspetivas pedagógicas. Nestes ciclos, órgãos de gestão intermédia como os Conselhos de Turma são essenciais para o planeamento de processos de articulação curricular, definindo competências comuns e transversais (Lopes & Chaves, 2018).

A articulação curricular pressupõe trabalho interdisciplinar, o qual não se contrapõe ao trabalho disciplinar. Não se trata de diluir a identidade de cada uma das áreas curriculares, nem tão pouco se trata de tornar umas áreas subservientes das outras: é indispensável que as perspetivas disciplinar e interdisciplinar se complementem e que ambas contribuam para o mesmo objetivo: a aprendizagem dos alunos.

1. Articulação intradisciplinar e interdisciplinar

A expressão "articulação curricular" tem sido amplamente utilizada por profissionais e investigadores na área das ciências da educação e, mais especificamente, no campo das práticas e dos estudos curriculares. No entanto, a expressão tem sido usada em diversas aceções e designando diferentes realidades, o que contribui para a confusão terminológica que tem caraterizado as ciências da educação. Neste capítulo, procuramos clarificar finalidades, modelos e práticas de articulação curricular, não esgotando de forma alguma a abordagem de um conceito que, como todos no campo dos estudos curriculares, comporta a ambiguidade decorrente "da difícil separação entre ciência e ideologia" e da "confusa delimitação entre teoria e prática", entre outros fatores (Estrela, 2011, p. 32-33).

A noção de articulação curricular, como refere Roldão (2018), constitui-se como a lógica essencial de qualquer currículo, uma vez que este pressupõe um conjunto coerente de aprendizagens com vista a determinadas finalidades. Neste sentido, a articulação é um conceito inerente ao próprio conceito de currículo, desenvolvendo-se em duas dimensões:

(i) a articulação vertical ou intradisciplinar, concretizada através da progressão das aprendizagens ao longo do percurso curricular com base na continuidade de conhecimentos e de experiências, por um lado e pela integração de novos conhecimentos que se integrem e articulem com os anteriores;

(ii) a articulação horizontal ou interdisciplinar, que implica a interação entre aprendizagens a realizar/realizadas numa mesma etapa, procurando introduzir um sentido globalizante nas abordagens necessariamente fragmentadas de cada disciplina (Roldão, 2018).

A articulação vertical ou intradisciplinar implica que os conteúdos sigam uma progressão de complexidade crescente, correspondendo à progressão dos processos cognitivos (Roldão, 2018). Este tipo de articulação visa garantir a continuidade educativa, definindo etapas conectadas entre si a nível de objetivos, conteúdos e experiências de aprendizagem e exige uma especial atenção na transição entre níveis educativos (pré-escolar/ensino básico) e entre ciclos de ensino, quer a nível do currículo formal, quer a nível do currículo real, uma vez que podem ocorrer descontinuidades ou sobreposições.

A articulação horizontal ou interdisciplinar requer que, em determinado momento do percurso escolar, a aprendizagem apele a operações cognitivas semelhantes nas diferentes áreas curriculares, de forma que os estudantes apreendam as relações entre conteúdos nas diferentes áreas do saber (Roldão, 2018). A articulação curricular horizontal visa a compreensão do conhecimento como um todo complexo e interrelacionado, favorecendo a contextualização, transferência e generalização do conhecimento através da experiência direta e do envolvimento dos alunos (Beane, 2002). De acordo com o mesmo autor, quanto maior for o nível de articulação curricular, maiores serão as oportunidades para o acesso ao conhecimento de alunos com diferentes experiências e tipos de inteligência e maiores oportunidades haverá quer para a memorização, compreensão e integração do conhecimento, quer para a mobilização do conhecimento nas situações em que ele é necessário.

Neste capítulo, centrar-nos-emos sobre a articulação curricular horizontal, tendo presente, no entanto, que a articulação horizontal ou interdisciplinar não é possível sem a coerência e sequencialidade que caracterizam a articulação vertical ou intradisciplinar.

2. Da formação das disciplinas escolares à articulação curricular

A lecionação por diferentes professores e em tempos diferenciados de diferentes disciplinas bem delimitadas entre si surge-nos como um dado adquirido, inalterável e, de algum modo, inevitável. No entanto, a história da formação das disciplinas mostra que um longo caminho foi percorrido até ao reconhecimento académico, social e escolar de cada

uma delas e à criação de uma identidade própria, delimitada e sólida (Goodson, 2001).

Como afirma este autor, as disciplinas não são entidades monolíticas e estáveis, são um conjunto flutuante de tradições do conhecimento e inovações numa mesma área. Numa primeira etapa, constituem-se como área ocupacional/profissional e dão origem à criação de uma comunidade disciplinar, sendo inseridas no currículo escolar com base na sua pertinência e utilidade e lecionadas por docentes sem qualificação específica, o que corresponde a um baixo estatuto académico da disciplina. Numa segunda etapa, consolida-se a tradição de trabalho académico na área, surge o reconhecimento pela academia, a formação de profissionais, a criação de associações de profissionais, exames. Finalmente, a terceira etapa corresponde à exigência de professores especialistas com corpo de conhecimentos estabelecido e à definição de conteúdos determinados por especialistas universitários (Goodson, 2001).

A afirmação das áreas do conhecimento passa, portanto, pela institucionalização, nos currículos escolares, de disciplinas autónomas e lecionadas por especialistas numa só área, tendo como reverso, em certa medida, a perda da pertinência e utilidade para os alunos, da ligação à sua experiência de vida. A lógica disciplinar das diferentes áreas torna-se, assim, o fundamento da organização curricular, espelhando a importância que as sociedades, em cada período histórico, atribuem a cada disciplina (Goodson, 2001), confundindo disciplina curricular com disciplina científica (Roldão, 2011).

Nesta perspetiva, áreas curriculares integradas ou transversais são consideradas muitas vezes como perda de tempo e recursos, adequadas a alunos com dificuldades e a professores menos competentes (Goodson, 2001). Por outro lado, como salienta Roldão (2011), a escola tende a disciplinarizar as áreas transversais e as áreas integradas, assimilando-as numa lógica disciplinarizante, como é o caso da Educação Cívica, Trabalho de Projeto, Tecnologias de Informação e Comunicação. A autora salienta que o que está em causa neste processo de disciplinarização não é a especificidade do saber científico de cada disciplina, mas a "força de um modelo organizativo muito estável, que não se deixa permeabilizar por outras lógicas de trabalho" (p. 166).

Em contracorrente, desde o início do século XX que diversos pedagogos defenderam a necessidade de articular as disciplinas curriculares entre si, de modo que os conhecimentos não surjam aos alunos de forma fragmentada e sem relação com a sua experiência. Como Dewey (1938, p. 48) fazia notar,

> Quase toda a gente já teve ocasião de recordar os seus dias de escola e de se questionar sobre o que aconteceu ao conhecimento que era suposto ser acumulado durante os anos de estudo... mas este foi adquirido de forma tão segregada e, portanto, desligado da experiência, que não se encontra disponível sob as atuais condições de vida.

Dewey e Kilpatrick com a metodologia de projeto, Decroly com os centros de interesse, Freinet com os temas de vida são autores que defenderam a necessidade de articulação entre as diferentes disciplinas (referidos em Abbagnano & Visabberghi, 1982). A história da pedagogia do século XX é rica em pedagogos que reconheceram a necessidade de aprender através da experiência direta e do envolvimento, de forma a assegurar a contextualização, transferência e generalização do conhecimento, compreendido este como um todo complexo e interrelacionado. Estas metodologias foram sendo retomadas e atualizadas de diversos modos ao longo do séc. XX por diferentes autores, no entanto o seu efeito nas práticas pedagógicas tem sido residual.

Beane (2002) explicita assim a importância de uma abordagem curricular articulada:

> Imagine-se, por agora, que somos confrontados com um problema ou uma situação intrigante nas nossas vidas. Como abordamos a situação? Paramos e perguntamos a nós próprios se essa situação se relaciona com a linguagem, a música, a matemática, a história? Pelo contrário, lidamos com a situação ou com o problema usando o tipo de conhecimento apropriado ou pertinente, independentemente da área temática a que o problema diz respeito (Beane, 2002, p. 18).

É neste sentido que Roldão (2018) associa o conceito de articulação curricular ao conceito de aprendizagem significativa, e defende a criação de dispositivos de articulação curricular que permitam estabelecer conexões entre as aprendizagens novas e as anteriores, conexões "sem as quais o conhecimento permanece inoperante" (p. 98).

3. Níveis de articulação curricular horizontal

A consecução das competências definidas como necessárias no final da escolaridade obrigatória torna-se um ideal inatingível se continuarmos a privilegiar essencialmente a relação de cada disciplina escolar com a disciplina científica de que decorre. As finalidades da escolaridade obrigatória exigem que a organização e desenvolvimento didático das disciplinas se estruturem não apenas face aos conteúdos da sua área de especificidade e às caraterísticas particulares dos alunos e do seu contexto, mas também face à sua contribuição para um perfil de saída comum, considerado, em cada momento histórico, como essencial à inserção social e ao desenvolvimento pessoal. Recorrendo à terminologia de Shulman (1987), Grennwood (2013) refere que um processo de articulação curricular no currículo da escola elementar requer que os professores tenham conhecimento dos conteúdos e da sua didática, mas também conhecimentos sobre a globalidade do currículo, incluindo as suas finalidades últimas.

Segundo Hayes (2010, p. 382) a articulação curricular horizontal corresponde ao "modo como combinações de disciplinas são usadas num projeto ou trabalho temático, incorporando um vasto leque de fontes, conceitos interrelacionados e percursos flexíveis". No entanto, podemos distinguir diferentes processos de articulação que concretizam diferentes níveis de articulação.

Já em 1998, Kysilka fazia notar que a integração curricular significava o que cada um decidisse que tal queria significar, desde que se estabelecesse uma relação entre áreas curriculares anteriormente separadas. A autora sintetiza diversas abordagens teórico-explicativas que estabelecem diferentes níveis de articulação curricular. Com base no modo como as disciplinas são equacionadas na organização curricular, nos processos de planeamento desenvolvidos e no papel que professores e estudantes desempenham na implementação do currículo, Kysilka (1998) estabeleceu uma hierarquia das diferentes formas de articulação que vai do currículo com disciplinas separadas até ao currículo integrado, passando pelo currículo multidisciplinar e pelo currículo interdisciplinar, num continuum que poderia ser representado do seguinte modo:

O **currículo multidisciplinar** é aquele em que existe uma organização de diferentes disciplinas em torno de temas comuns, criando para isso um tempo específico e mantendo-se a lecionação das disciplinas pelos diferentes professores, em tempos diferenciados.

O **currículo interdisciplinar** tem como base as inter-relações entre disciplinas/áreas disciplinares, identificando-se competências comuns que são desenvolvidas por todos os professores ao mesmo tempo e pressupondo o desenvolvimento de estratégias comuns.

No último nível, o **currículo integrado ou transdisciplinar** prevê o esbatimento das disciplinas na sua forma clássica, sendo as aprendizagens organizadas em temas, tópicos e formas de abordagem negociados entre professores e estudantes. Segundo Beane (2002), este último nível de articulação favorece a integração social (autonomia, responsabilidade, cooperação), a Integração de experiências (relação das novas experiências com as anteriores) e a Integração de conhecimentos (relação entre factos, conceitos; orientação para competências comuns). Este autor defende que o currículo seja organizado à volta de questões ou problemas com significado pessoal e social no mundo real e que as experiências de aprendizagem sejam planificadas de modo a integrar o conhecimento pertinente para essa questão ou problema. Nesta perspetiva, o conhecimento é usado para resolver uma questão ou problema e não apenas para prestar provas. Essa aplicação real do conhecimento, por sua vez, aumenta a possibilidade de os alunos integrarem as experiências curriculares nos seus esquemas operativos e de experimentarem processos de resolução de problemas.

Não podemos deixar de referir que alguns autores têm questionado o rigor e a solidez dos conhecimentos aprendidos através de processos de articulação curricular, designadamente os processos interdisciplinares e os que se situam ao nível da integração curricular, considerando que, para a aprendizagem, são necessárias fronteiras claras entre os conteúdos (Hayes, 2010). Argumentam ainda que nem sempre é possível articular todos os conteúdos de algumas áreas curriculares, dando origem a que aprendizagens relevantes não sejam trabalhadas. A estas críticas, diferentes autores têm contraposto que a articulação curricular não exclui o conhecimento específico das diferentes disciplinas, antes o enquadra num contexto social que lhe dá sentido e utilidade, trabalhando "primeiramente como generalistas sobre temas integradores e em segundo lugar como especialistas de conteúdos" (Beane, 2002, p. 53) e mobilizando conhecimentos pertinentes para a resolução de situações.

Um processo curricular articulado não é fácil de planear e de implementar e deve ser cuidadosamente refletido antes, durante e depois da sua realização. Na verdade, um processo de ensino pobre, mal planeado e mal desenvolvido é sempre indesejável, quer se trate de articulação curricular, quer se trate de qualquer outra abordagem (Hayes, 2010). Como referem Lopes e Chaves (2018), a articulação curricular horizontal é a mais difícil de aplicar de forma sistemática, porque implica ultrapassar tradições burocráticas e exige um efetivo trabalho colaborativo centrado no currículo.

4. Processos de articulação curricular

A articulação curricular pode estar inscrita, de forma mais explícita ou mais implícita, no currículo formal, mas é no campo das estratégias de ensino que reside a sua conceção, planeamento, operacionalização e monitorização (Roldão, 2018). Como refere esta autora,

> os formatos mais habituais adotados para gerar a articulação - projetos, temas transversais, conteúdos disciplinares, trabalhos conjuntos ou a consonância de enfoques comuns em diferentes disciplinas – não constituem em si mesmos a articulação curricular. São apenas condições e contextos muito relevantes para que a mesma possa mais facilmente ocorrer (Roldão, 2018, p. 13).

Greenwood (2013), considera que a ideia básica de um processo de articulação curricular se centra no facto de uma temática oferecer um vasto conjunto de oportunidades para a aprendizagem de conteúdos em diferentes áreas, dando origem a experiências de aprendizagem alargadas e coerentes que se inscrevem de modo mais eficaz nos processos de aprendizagem dos estudantes. Mas refere que tal só é possível se os professores aceitarem desenvolver abordagens pedagógicas e didáticas abertas e flexíveis e formas diversificadas de organização dos alunos, recorrendo a recursos variados e diferenciados.

Situar a articulação curricular no domínio da flexibilidade das abordagens pedagógicas e didáticas e, portanto, no campo das estratégias não significa, porém, reduzi-la a um processo técnico de operacionalização e gestão de atividades e tarefas. Antes e para além disso, a articulação curricular implica processos de conceptualização que requerem o aprofundamento de conhecimentos curriculares, pedagógicos e didáticos e não sejam sustentados apenas em vagos valores e princípios (Thomson et. al., 2012).

De acordo com Roldão (2018), a articulação curricular desenvolve-se em diferentes campos: o campo dos conceitos, abordados a partir de diferentes áreas do saber de modo complementar e convergente; o campo das operações cognitivas que são pedidas aos alunos em cada situação de aprendizagem; e o campo dos processos de trabalho, tendo em conta as estratégias que se opta por desenvolver para a aprendizagem dos conteúdos.

No entanto, como vimos antes, a articulação horizontal exige ainda a consciência, por parte dos docentes, das finalidades comuns das diferentes disciplinas (Lopes & Chaves, 2018). Neste sentido, o trabalho colaborativo entre professores é fundamental para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, sobretudo em situações de pluridocência, situações em que é determinante o papel dos órgãos intermédios da escola (Conselhos de Turma e/ou Departamentos) (Roldão, 2009).

Um tópico ou conteúdo importante para uma das áreas curriculares pode ser o ponto de partida para um trabalho interdisciplinar criando ligações e relações com as outras áreas curriculares.

Usar os tópicos, temas e conceitos como ponto de partida é a tipologia mais comum dos processos de interdisciplinaridade, tendo como premissa que uma ideia central irá unificar o currículo e permitir que todas as áreas curriculares deem a sua perspetiva sobre essa ideia central. De acordo com Lopes e Chaves (2018, p. 32), "a aproximação dos conteúdos entre diferentes disciplinas verifica-se por continuidade, proximidade ou convergência". Neste sentido, considera-se que:

O tema central pode ser definido ao nível da turma para um conjunto de semanas, um período letivo ou mesmo para o ano inteiro e também pode ser definido ao nível de escola como Projeto Educativo. Por exemplo, valorizar a diversidade cultural articulando Estudo do Meio "reconhecer e valorizar a diversidade de etnias e culturas existentes na sua comunidade" com Artes Visuais "Mobilizar a linguagem elementar das artes visuais (...) integrada em diferentes contextos culturais" (ME, 2018).

Um mesmo conceito pode ser trabalhado simultaneamente em diferentes áreas curriculares, cada uma com as suas matérias-primas, estratégias e métodos, mas todas contribuindo para que o aluno desenvolva e aprofunde esse conceito.

Por sua vez, Greenwood (2013) define a articulação curricular como o processo de ensino que mobiliza, em relação a um determinado tópico, conteúdos provenientes de diferentes de diferentes áreas do conhecimento, os quais contribuem para a compreensão global desse tópico. As aprendizagens referentes a uma disciplina são assim reforçadas pelas aprendizagens relativas a outras disciplinas, enriquecendo-se mutuamente. Para tal, é necessário que o foco do planeamento não seja apenas no conteúdo, mas também em conceitos e capacidades, uma vez que o aspeto essencial de qualquer articulação curricular é a noção de que cada tema pode oferecer oportunidades para a aprendizagem em diversas áreas, evitando redundâncias e percas de tempo e, em simultâneo, pode dar origem a experiências de aprendizagem mais coerentes e abrangentes, com maior respeito pelo processo de aprendizagem dos alunos.

Este processo exige um conhecimento profundo e sólido dos conteúdos e da didática de cada disciplina/área disciplinar. Como assinalam Brandt e Triplett (2010), o planeamento de atividades interdisciplinares requer a conceptualização de conexões entre disciplinas, o que implica a exploração e compreensão do que está implícito em cada conteúdo. Sem esse conhecimento, a articulação curricular horizontal será apenas um somatório de conteúdos, sem uma verdadeira interligação entre eles e sem ligação com os conhecimentos prévios dos alunos.

Roldão (2009) defende que o planeamento da articulação curricular tenha em conta 4 grandes etapas:

- a organização estratégica dos conteúdos, partindo de temas que se liguem à vida e experiências dos alunos (por ex. conhecimentos científicos a partir de realidades ou fenómenos do dia-a-dia) e organizando as sequências temáticas de modo a facilitar abordagens em várias disciplinas;

- a definição de pontos de partida para a abordagem dos conteúdos, de preferência com base na observação da realidade e situações de interesse para depois construir conhecimento mais alargado, confrontando com textos científicos, desenvolvendo conceitos mais complexos;

- o acesso à compreensão de conceitos, realizando operações de desmontagem de conceitos (comparação, exclusão, semelhanças e diferenças entre situações em que se aplica ou não um ou outro conceito em estudo) e planeando tarefas a partir de proble-

mas verdadeiros (por ex. precisamos de enviar mensagem para todos os alunos de 9.º ano com menos de 15 anos de uma região – onde e como procurar?)

- a criação de situações de uso e transferência, que exigem a sistematização dos conceitos que se vão adquirindo, a realização de registos (de conceitos, de conclusões, de sínteses do que foi estudado) para suporte do estudo autónomo dos alunos e a realização de tarefas em que esses registos pessoais tenham de se consultados e utilizados, procurando rentabilizar as conclusões e registos em situações de debate organizado, em visitas de estudo planeadas, na comunicação de conhecimentos ao grupo ou à turma (Roldão, 2009).

A articulação curricular horizontal ancora-se ainda no tipo de operações mentais que são requeridas aos alunos em determinada etapa de desenvolvimento, necessárias para a aquisição e integração de conhecimentos em todas as áreas disciplinares. Nesta perspetiva, é necessário que a equipa de professores identifique e selecione atividades que ativem determinados processos cognitivos comuns a diferentes áreas, por exemplo, recolher dados através da observação e fazer inferências a partir dos resultados obtidos. Para esta identificação concorre a caraterização e diagnóstico de cada turma, enquanto grupo, e de cada aluno especificamente, de modo a conhecer não apenas o nível das aprendizagens anteriores, mas também das operações cognitivas a que os alunos têm mais facilidade ou dificuldade em recorrer.

A partir das Competências-chave do Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (ME, 2017), Lopes e Chaves (2018) identificaram operações mentais que se constituem como objetivos comuns a desenvolver em diferentes disciplinas/áreas disciplinares. Assim, por exemplo em relação à categoria Linguagens e Textos, consideram possível e desejável:

> utilizar de modo proficiente diferentes linguagens simbólicas associadas às línguas (língua materna e línguas estrangeiras), à literatura, à música, às artes, às tecnologias, à matemática e às ciências; aplicar estas linguagens de modo adequado aos diferentes contextos de comunicação, em ambiente analógico e digital; dominar capacidades nucleares de compreensão e expressão nas modalidades oral, escrita, visual e multimodal" (Lopes & Chaves, 2018, p. 29).

Trata-se, portanto, de planear processos de ensino baseados nas semelhanças das operações cognitivas que são necessárias para aceder aos conhecimentos e atingir os objetivos, num determinado período de tempo. Esses processos de ensino podem tomar diferentes formas: método científico, metodologia de trabalho de projeto, projetos de trabalho, design thinking, ou qualquer outra metodologia desde que se use sempre a mesma em todas as áreas curriculares que se pretenda articular. Por exemplo, em Português iniciar uma unidade didática pela fruição de um poema da literatura portuguesa seguindo depois para a sua análise e interpretação e composição; em simultâneo, na Música, construir uma unidade didática também a partir de uma obra, por exemplo, uma canção, que é ouvida, analisada, interpretada, recriada; e nas Artes Visuais fazer o mesmo processo de trabalho a partir de uma escultura ou de uma pintura.

Um outro exemplo será o de organizar todas as áreas curriculares em torno e a partir de uma obra de Arte. Uma pintura, uma obra musical, uma escultura, serão o ponto de partida para articular o ensino de várias áreas curriculares: serão obviamente trabalhadas na área curricular artística a que pertencem, mas o seu tema, autor, contexto político e sócio-cultural e todas as dimensões que emanem da própria obra serão trabalhadas nas diferentes áreas curriculares (Russell & Zembylas, 2007).

Construir uma boa articulação entre áreas implica planificar relações profundas, verdadeiras e significativas entre os assuntos e não meras ligações superficiais. Para facilitar esta construção pode ser adotada a estratégia de "dentro para fora", isto é, começar com intradisciplinaridade, envolvendo os alunos na procura de relações entre os tópicos da mesma área, e depois passar para a interdisciplinaridade, procurando que tópicos de áreas diferentes se esclareçam mutuamente:

1. o trabalho relacional pode começar a ser planificado logo dentro de cada uma das áreas curriculares, por exemplo, dentro do Português construir uma relação entre dois poemas sobre o mesmo tema, mas de autores diferentes;
2. seguidamente, planificar um trabalho relacional entre áreas curriculares afins, por exemplo, entre grandezas, na Matemática, e distâncias, no Estudo do Meio Físico;
3. em terceiro lugar, estabelecer relações entre diferentes áreas do currículo, por exemplo, entre acontecimentos histórico relevantes, no Estudo do Meio Social, e a influência dos acontecimentos na criação e fruição de obras, na Música;
4. por último, planificar projetos que necessitem de envolver, de ar-

ticular, de forma autêntica e relevante, várias áreas curriculares, por exemplo, o azulejo em friso, nas Artes Visuais, o friso/padrão, na Matemática, e o padrão e o ostinato, na Música (Thomson et al., 2012).

Considerações finais

Historicamente, a estreita ligação entre as disciplinas escolares e as áreas científicas a que se reportam tem marcado a orientação didática de cada uma dessas disciplinas, obscurecendo a necessária análise da sua integração no currículo global da Educação Básica, a sua articulação com as outras disciplinas e a sua contribuição para as finalidades últimas da formação dos alunos. Como refere Roldão (2017), o ato de ensinar requer não apenas a mediação entre os conteúdos curriculares e os alunos, mas também a integração dessa mediação numa finalidade curricular integradora mais ampla que confere intencionalidade a todo o processo de ensino.

É em função desta tríade – conhecimento dos conteúdos, caraterísticas e processos de aprendizagem dos alunos e finalidades do currículo da Educação Básica – que a articulação curricular horizontal deve ser equacionada, se queremos que deixe de ser uma retórica discursiva sempre colocada no plano da utopia.

A articulação curricular horizontal não é fácil, mas essa dificuldade deve-se sobretudo à estrutura curricular disciplinar que a organização escolar construiu há cerca de dois séculos e na qual todos nós fomos formados, como alunos e como professores. Essa estrutura formata o espaço, o tempo, os conteúdos e as próprias estratégias de ensino numa lógica fragmentada que dificilmente se compagina com as novas realidades decorrentes da acessibilidade à informação, com as novas problemáticas sociais que configuram temas transversais e com a frequência escolar de alunos oriundos de diferentes estratos socioeconómicos e culturais e de minorias étnicas e linguísticas. A constatação desta dissonância tem gerado a necessidade de criar espaços e tempos de trabalho interdisciplinar, seja na interseção de atividades confluentes de diferentes disciplinas seja em áreas curriculares criadas especificamente para esse efeito.

A margem de autonomia curricular que atualmente o sistema educativo português proporciona, é uma oportunidade (se não única, pelo menos relevante) para desenvolver nas escolas processos e dispositivos de articulação curricular horizontal. Estes terão que garantir a aprendizagem dos conceitos estruturantes de cada disciplina e, em

simultâneo, tornar visíveis as conexões entre as diferentes áreas do saber, o que exige a análise, por parte dos docentes, dos processos cognitivos requeridos para cada aprendizagem e a identificação dos conhecimentos prévios e dos esquemas cognitivos pré-existentes. Terão ainda que assegurar o equilíbrio entre o conhecimento científico e o saber operativo ou funcional, através de metodologias que permitam não apenas a construção progressiva do conhecimento, mas também a sua mobilização inteligente e pertinente face a situações concretas.

Na monodocência ou no trabalho colaborativo entre docentes em situações de pluridocência, a articulação curricular exige, em última instância, que os professores façam um uso integrado do seu conhecimento profissional, sendo necessário não apenas um sólido domínio dos conteúdos e das didáticas específicas, mas também competências de organização e gestão do grupo, capacidade de tomar decisões curriculares e disponibilidade para trabalhar colaborativamente com outros docentes.

Referências

Abbagnano, N., & Visabberghi, A. (1982). *História da Pedagogia*. Livros Horizonte.

Barret, J. R., & Veblen, K. K. (2012). Meaningful connections in a comprehensive approach to the music curriculum. In G. E. McPherson & G. F. Welch (Eds.), *Oxford Handbook of Music Education*, (vol. 1, pp. 361-380). Oxford University Press.

Beane, J. A. (2002). *Integração Curricular: A Concepção do Núcleo da Educação Democrática*. Didática Editora.

Brand, B. R. & Triplett, C. F. (2012). Interdisciplinary curriculum: an abandoned concept? *Teachers and Teaching,* 18:3, 381-393, http://dx.doi.org/10.1080/13540602.2012.629847

Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Kappa Delta Pi.

Eaude, T. (2014). What makes primary classteachers special? Exploring the features of expertise in the primary classroom. *Teachers and Teaching, 20*(1), 4-18.

Estrela, M. T. (2011). Complexidade da epistemologia do currículo. Carlinda Leite, José Augusto Pacheco, António Flávio Barbosa Moreira & Ana Mouraz (Org.) *Políticas, fundamentos e práticas do currículo*. Porto Editora.

Goodson, I. (2001). *O currículo em mudança*. Porto Editora.

Hayes, D. (2010). The seductive charms of a cross-curricular approach, *Education 3-13, 38*(4), 381-387. http://dx.doi.org/10.1080/03004279.2013.819618

Greenwood, R. (2013). Subject-based and cross-curricular approaches within the revised primary curriculum in Northern Ireland: teachers' concerns and preferred approaches, *Education 3-13, 41*(4), 443-458, http://dx.doi.org/10.1080/03004279.2013.819618

Kysilka, M. L. (1998). Understanding integrated curriculum, *The Curriculum Journal, 9*(2), 197-209

Leite, T. S. (2018). *O ensino das áreas curriculares no 1.º ciclo do ensino básico*. In F. Veiga (Coord.), *O Ensino na Escola de Hoje* (pp. 415-447). Ed. Climepsi.

Lopes, E. D. ,& Chaves, G. (2018). Do Arquipélago ao Continente - Contributos para um Modelo de Articulação Horizontal. In J. M. Alves & M. C. Roldão (Org.), *Articulação curricular. O que é? Como se faz? Dos conceitos às práticas possíveis* (pp. 17-45). Fundação Manuel Leão.

Ministério da Educação (2018). *Aprendizagens Essenciais - Ensino Básico*. Acedido em fevereiro de 2022 em http://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico

Ministério da Educação (2017). *Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Acedido em fevereiro de 2022 em https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf

Pacheco, J. A. (2001). Monodocência – Coadjuvação. In Paulo Abrantes (Org.), *Gestão Curricular no 1.º Ciclo* (pp. 53-59). DEB.

Rangel, M. (Coord.). (2010). *Porque trabalhamos por Projectos? A Metodologia do Trabalho de Projecto na nossa Prática Pedagógica*. A Tangerina, Educação e Ensino.

Rangel, M. (2001). Monodocência - Coadjuvação. In Abrantes, P. (Org.) *Gestão Curricular no 1.º Ciclo (*pp. 61-68). DEB.

Roldão, M. C. (2001). Gestão do Currículo – A especificidade do 1.º ciclo. In Paulo Abrantes (Org.) *Gestão Curricular no 1.º Ciclo* (pp. 15-30). DEB.

Roldão, M. C. (2004). Transversalidade e especificidade do currículo: como se constrói o conhecimento? *Infância e Educação: Investigação e Práticas, 6*, 61-72.

Roldão, M. C. (2009). *Estratégias de Ensino.* Fundação Manuel Leão.

Roldão, M. C. (2017). Currículo e debate curricular atual: eixos e contributos para uma análise incompleta. Flores, M. A. (0rg.) *Práticas e discursos sobre currículo e avaliação.* De Facto Editores.

Roldão, M. C. (2018). Pressupostos concetuais da articulação curricular (11-16). curricular. In M. J. Alves & M. C. Roldão (Org.), *Articulação Curricular. O que é? Como se faz? Dos conceitos às práticas possíveis* (pp. 11-16). Fundação Manuel Leão.

Rose, J. (2009). *Independent Review of the Primary Curriculum: Final Report. International Review of Curriculum and Assessment Frameworks* (INCA) London: Qualifications and Curriculum Authority. Consultado em dez. 2015, em: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130401151715/http://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/Primary_curriculum_Report.pdf

Russell, J., & Zembylas, M. (2007). Arts integration in the curriculum: A review of research and implications for teaching and learning. In L. Bresler (Ed.), *International Handbook of research in arts education,* (pp. 287-302). Springer.

Thomson, P., Hall, C., & Jones, K. (2012) Creativity and cross-curriculum strategies in England: Tales of doing, forgetting and not knowing. *Education* 3–13, 2013 Vol. 41, No. 4, 443–458, http://dx.doi.org/10.1080/03004279.2013.819618

UNESCO. (2012). *International Standard Classification of Education – ISCED, 2011*. UNESCO Institute for Statistics.

APRENDIZAGEM MÓVEL E CORPORIZADA: SENSORES E ROBÔS EM EDUCAÇÃO BÁSICA NUMA PERSPETIVA INTERDISCIPLINAR

Ana Caseiro
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Antónia Estrela
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Centro de Linguística da Universidade Nova de Lisboa
Maria João Silva
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa

https://doi.org/10.34629/ipl.eselx.cap.livros.158

Resumo

Nas últimas décadas, a utilização pedagógica de sensores e robôs tem-se intensificado e diversificado, quer nas escolas e nos documentos curriculares, quer nos espaços familiares das crianças, permitindo-lhes explorar novas dimensões do ambiente, de forma corporizada. Os sensores estão hoje quase omnipresentes nos espaços em que vivemos, estudamos e trabalhamos, tendo vindo a ser usados, de forma didática, para desenvolver a exploração de fatores ambientais e a intervenção em saúde ambiental. Por seu lado, também a robótica proporciona a aprendizagem de conceitos e procedimentos através da experiência prática e da resolução de desafios, a partir dos quais poderá ser possível trabalhar de forma interdisciplinar e transversal.

Neste capítulo, apresentam-se resultados de experiências desenvolvidas com crianças em idade pré-escolar, de 1.º e 2.º ciclo, assim como com futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos. No contexto do Projeto Eco-Sensors4Health, evidenciam-se as potencialidades do uso didático de sensores em saúde ambiental nas escolas (desde o 1.º Ciclo do Ensino Básico à Formação para a Docência). O desenvolvimento da ação dos/as estudantes na resolução de problemas de saúde ambiental da sua escola é a principal potencialidade evidenciada. No que concerne ao uso de robôs, salientam-se as potencialidades e dificuldades inerentes à sua utilização didática com crianças desde idade pré-escolar. Para além do desenvolvimento de aprendizagens de conceitos específicos de cada uma das áreas que podem ser envolvidas, o trabalho com robôs permite, sobretudo, o desenvolvimento de capacidades transversais essenciais ao ser humano, tais como o raciocínio, a comunicação, a capacidade de resolução de problemas, o pensamento computacional. Para além disso, amplifica a coordenação motora e o trabalho em equipa. A robótica educacional incentiva o/a aluno/a a analisar situações, experimentar, pesquisar, testar e equacionar problemas, assumindo este um papel ativo na sua própria aprendizagem.

Palavras-chave: aprendizagem móvel; aprendizagem corporizada; aprendizagem interdisciplinar com tecnologia; sensores na educação básica; robôs na educação básica

Introdução

O presente capítulo centra-se na utilização pedagógica, em educação básica, de dois tipos de tecnologias digitais móveis, nomeadamente os sensores eletrónicos e os robôs. Tem-se assistido a um intensificar da utilização de ambos os dispositivos nas últimas décadas não só nas escolas como também no próprio seio familiar, o que proporciona um contacto mais precoce das crianças com novas dimensões do ambiente, de modo corporizado.

O objetivo deste capítulo é, neste contexto, a apresentação fundamentada de experiências de utilização de sensores e robôs, desenvolvidas, em contextos formais, com crianças em idade pré-escolar, de 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) e futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos de educação básica. Estes dois tipos de tecnologias têm em comum potencialidades pedagógicas para uma aprendizagem móvel e corporizada em diferentes níveis de ensino.

Sharples et al. (2007) propuseram uma definição de aprendizagem móvel, centrada no conjunto de processos de construção de conhecimento por aprendentes, através da comunicação entre pessoas e tecnologias interativas pessoais, em contextos múltiplos. As tecnologias interativas pessoais mais comummente referidas são os telemóveis, os *tablets* e os computadores portáteis. As autoras do presente capítulo incluem os robôs, desenvolvidos para fins pedagógicos e de lazer, e os sensores, ligados/integrados em dispositivos móveis pessoais, nestas tecnologias interativas pessoais.

O uso pedagógico, em atividades na sala de aula, das tecnologias móveis, como os robôs e os sensores ligados/integrados em telemóveis/*tablets*, permite que os/as aprendentes se tornem construtores ativos de conhecimento e implica mudanças no papel tradicional de docentes e aprendentes, assim como um uso mais flexível do espaço sala (Ferreira et al., 2015). Torna-se, assim, necessário investir na convergência, que se tem vindo a verificar, entre as tecnologias pessoais interativas móveis (pessoais, centradas no utilizador, móveis, conectadas, ubíquas e duráveis) e o modelo de aprendizagem construtivista (personalizada, centrada no/a aprendente, situada, ubíqua e ao longo da vida) (Sharples et al. 2007).

As tecnologias e a educação podem, e devem, evoluir conjuntamente (Shuler et al., 2013). As teorias educacionais têm alavancado a criação de novas tecnologias e as tecnologias móveis permitem a expansão da aprendizagem situada e experiencial, em diversos contextos, como o contexto da sala de aula, e o do património natural e cultural envolventes da escola (Shuler et al., 2013).

Uma aprendizagem situada e experiencial é necessariamente corporizada, dado que acontece sempre num corpo, embora o sistema educativo formal tenha uma longa tradição de alienação e ocultação do corpo nos processos de conhecimento (Ihde, 2002; Silva & Ferreira, 2017), sendo promovida a separação entre a dimensão cognitiva, a emocional e a física (Ansell, 2009; Colls & Hörschelmann, 2009).

O corpo é o lugar de toda a experiência, da sensorialidade e da emoção (Ansell, 2009). A aprendizagem corporizada é essencial para o desenvolvimento das competências para a vida, definidas pela Organização Mundial de Saúde como competências para comportamentos adaptativos e positivos, que permitem lidar de forma efetiva com as exigências e desafios da vida quotidiana (World Health Organization, Division of Mental Health, 1994). As competências para a vida incluem

competências de tomada de decisão, resolução de problemas, pensamento criativo, pensamento crítico, comunicação efetiva, empatia, controlo de emoções e de stress (World Health Organization, Division of Mental Health, 1994).

As tecnologias interativas pessoais têm vindo a modificar as relações sensoriais das pessoas com o seu ambiente, desde a infância, nomeadamente através das imagens e sons produzidos com as referidas tecnologias e divulgados nas redes sociais (Evans-Cowley, 2010). As tecnologias interativas pessoais têm, desta forma, vindo a influenciar a exploração sensorial dos ambientes quotidianos, que tem um papel fundamental em educação (Hall, 1989; Schafer, 1994).

Neste capítulo, a importância da utilização dos sensores está relacionada com a sua utilização como extensão dos sentidos (Silva et al., 2013), facilitando as aprendizagens corporizadas, nas quais o corpo permite a compreensão e a ação no ambiente (Payne, 1997).

Adicionalmente, os robôs educativos também são usados de forma móvel e corporizada, sendo o corpo do/a aprendente o meio de apropriação e controlo das variáveis espaciais. Os robôs também incorporam sensores e, por outro lado, o seu controlo por aprendentes, através da programação, implica a perceção e compreensão do posicionamento e do movimento do corpo (humano e robótico) nos diversos espaços, e ainda da formalização matemática daqueles.

Os robôs educativos são também, pelo exposto, instrumentos de aprendizagem móvel e corporizada. A robótica tem entrado nas salas de aula nos últimos anos, quer nacional, quer internacionalmente, mas a forma como a robótica é introduzida nas diversas áreas disciplinares, ou projetos interdisciplinares, deve ser inclusiva, tanto no que se refere à diversidade de estilos de aprendizagens, como no que se refere a diferenças de género (Rusk at al., 2008). Importa, assim, desenhar estratégias inclusivas de utilização de sensores e robôs na educação básica.

No entanto, importa realçar que as experiências de robótica e de uso de eco-sensores, apresentadas neste capítulo, integram atividades com características distintas. As atividades de uso de eco-sensores promovem aprendizagens autênticas, que são atividades de pesquisa e de resolução de problemas reais, que integram as vivências prévias dos/as estudantes com as novas vivências, situadas na complexidade do mundo real (Chinn & Malhotra, 2002; Herrington, 2006; Lombardi, 2007; Reeves et al., 2002; Roach,et al., 2018). Por outro lado, as atividades

de robótica educativa, descritas neste documento, também incluem a resolução de problemas, mas são situadas em cenários criados para o efeito (os tabuleiros), com as vantagens das simulações físicas, possibilitando aprendizagens significativas distintas das aprendizagens atrás denominadas de autênticas.

Na secção seguinte, apresenta-se uma síntese de questões centrais relacionadas com a utilização de eco-sensores em educação básica, seguindo-se a descrição de experiências de utilização dos eco-sensores no referido contexto. Na secção 4, equaciona-se o uso de robôs em educação básica, com posterior exemplificação centrada em experiências desenvolvidas. A última secção inclui as conclusões formuladas a partir do trabalho desenvolvido.

1. Uso de eco-sensores em educação básica

Neste capítulo, utiliza-se a expressão eco-sensores para designar mecanismos físicos que detetam propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente (McGrath & Scanaill, 2013b). Quando agregados a mecanismos de registos de dados, são usados para medir, registar e visualizar informação ambiental (DLIS, 2011). Nas últimas décadas, os eco-sensores têm vindo a modificar-se, melhorando as suas capacidades de deteção, ligando-se a dispositivos com maior poder computacional (McGrath & Scanaill, 2013a) e tornando-se mais pequenos e conectáveis, mais acessíveis, sem fios e integrados em dispositivos fixos e móveis (Knight, 2005; Shuler, 2009). A sua utilização é atualmente quotidiana e ubíqua (Schneider est al., 2015).

Os eco-sensores têm sido amplamente utilizados em educação básica, nomeadamente na construção e manipulação de robôs de diversificadas tipologias, desde os baseados em teorias educacionais como a tartaruga Logo (https://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/logo_primer.html), os Lego Mindstorm (https://www.media.mit.edu/posts/member-collaboration-lego-s-mindstorms/) e os Crickets (https://www.media.mit.edu/projects/crickets/overview/), até aos mais centrados na tecnologia, como os enquadrados no movimento Fablab, nomeadamente os Arduino (Blikstein, 2013).

No entanto, no presente capítulo, foca-se a utilização de eco-sensores em *kits* didáticos de exploração do corpo e do ambiente. Enquadra-se uma utilização corporizada, móvel, ubíqua, centrada no/a aprendente, em contextos de aprendizagens autênticas, participativas e significativas, nos domínios da educação ambiental e para a saúde (Silva, 2021).

Os *kits* didáticos de eco-sensores têm vindo a ser utilizados para o desenvolvimento de aprendizagens autênticas na educação básica, nomeadamente numa multiplicidade de projetos, que adotam uma visão construtivista das aprendizagens e das atividades que as proporcionam.

Podem considerar-se diversos tipos de kits didáticos de eco-sensores, nomeadamente os criados pelos próprios projetos e os disponíveis comercialmente. No entanto, os sensores integrados nos telemóveis e *tablets*, como os microfones, as câmaras fotográficas e de vídeo, os sensores GPS, e em alguns casos os sensores de luminosidade, temperatura e humidade, que permitem a deteção, registo e medição de informação ambiental (Klasnja & Pratt, 2012; Silva et al., 2009), podem também ser usados como kits didáticos de eco-sensores.

A referida utilização de kits didáticos de eco-sensores tem sido implementada em contextos de interdisciplinaridade em educação básica, em múltiplos projetos, de que se salientam:

- Projetos de participação cidadã, como o pioneiro, histórico e mundial Projeto *Globe*, em que os/as estudantes recolhem informação sobre o ambiente local e global, com posterior tratamento, visualização e significação dos dados, em atividades interdisciplinares de ciências da natureza, matemática, geografia e tecnologias (Butler & MacGregor, 2003; Smoľáková et al., 2016);

- Projetos mais centrados na sala de aula, como o Projeto europeu *Pollen*, em que crianças, dos 10 aos 12 anos, utilizaram eco-sensores de temperatura, luminosidade, som e ainda microscópios digitais, na exploração do ambiente, criando representações múltiplas dos dados adquiridos, incluindo gráficos (van den Berg et al., 2010). As crianças exploraram os gráficos que produziram, desconstruindo-os e relacionando-os com os processos ambientais, em atividades interdisciplinares de ciências do ambiente, matemática e tecnologias (van den Berg et al., 2010);

- Projetos de utilização dos sensores integrados em telemóveis, em conjunto com os globos virtuais (p. ex. o *Google Earth*), como o Projeto *Schoolsenses@Internet*, em que os referidos sensores dos telemóveis foram usados por crianças do 1.º CEB, para recolher e comunicar informação ambiental da sua escola na exploração e avaliação das potencialidades e problemas dos recreios, através da criação, edição e partilha, no *Google Earth*, de mensagens de informação ambiental

multissensorial georreferenciada (cf. Figura 1), ligando a educação ambiental à utilização das tecnologias (Silva et al., 2009).

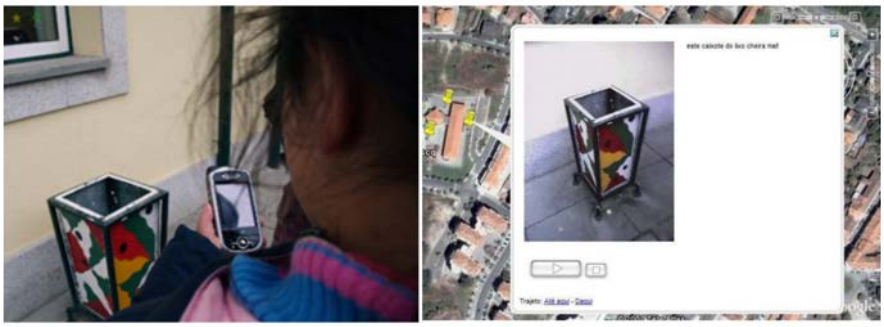


Figura 1
Exemplo de criação, e publicação no Google Earth, de uma mensagem de informação multissensorial georreferenciada. A mensagem tem a foto de um caixote de lixo, o texto "este caixote de lixo cheira mal" e o som de um autoclismo.

Nos referidos projetos, a utilização de kits de eco-sensores, pelas crianças em educação básica, para avaliação do ambiente, é uma atividade de utilização de tecnologias digitais, na qual a exploração multissensorial do ambiente tem um papel fundamental, nomeadamente na compreensão das propriedades e grandezas ambientais, nas decisões relativas ao posicionamento e manipulação dos sensores e na significação dos dados adquiridos (Silva et al., 2013).

Para uma real integração da utilização de kits de eco-sensores na educação básica, essa mesma utilização tem sido proporcionada e apropriada na formação inicial e contínua de docentes, em atividades de desenvolvimento curricular interdisciplinar, com mobilização dos domínios da Matemática e das Ciências Naturais (Silva et al., 2017; Silva & Rodrigues, 2020).

2. Experiências de uso de eco-sensores em saúde ambiental na educação básica

Nesta secção, apresentam-se, de forma sintética, algumas experiências de uso de eco-sensores em educação básica, nomeadamente no 1.º e 2.º CEB e na formação para a docência em educação básica, para resolução de problemas em saúde ambiental, em ambientes de pesquisa e de aprendizagem autêntica. As experiências aqui descritas foram desenvolvidas no âmbito do Projeto *Eco-Sensors4Health* (https://eco-sensors4health.site/), no qual os/as estudantes foram agentes participativos na melhoria da saúde ambiental das suas escolas. As orientações para a realização das experiências estão disponíveis no *Toolkit* do Projeto *Eco-Sensors4Health* (Projeto Eco-Sensors4Health, 2019). As experiências no 1.º e 2.º CEB realizaram-se em escolas dos referidos ciclos, com mediação docente de uma investigadora do Projeto atrás

referido, enquanto as experiências na formação para a docência em educação básica se realizaram na Escola Superior de Educação de Lisboa, mediada por docentes da mesma, também investigadores/as do Projeto *Eco-Sensors4Health*.

Os temas das experiências desenvolvidas no contexto deste Projeto centraram-se nos principais problemas de saúde ambiental nas escolas em Portugal, nomeadamente a poluição sonora, a poluição do ar interior e o desconforto térmico (Amann, 2015). Estes temas foram enquadrados curricularmente, nos domínios de Estudo do Meio, Ciências Naturais e Matemática, no 1.º e 2.º CEB e na formação para a docência em educação básica.

As experiências realizadas iniciaram-se com a planificação colaborativa das atividades a realizar e a formulação das questões problema. Como exemplo de questões problema, podem realçar-se as seguintes:

- No âmbito da poluição sonora – "Como variam os valores de nível de som, quando realizamos diferentes atividades na sala de aula"? "Como variam os valores de nível de som, quando mudamos a nossa localização na escola"? "Como podemos proteger a saúde auditiva na nossa escola"? "Como podemos diminuir os níveis de som na nossa escola"?

- No âmbito da qualidade do ar interior – "Como variam os valores da concentração de dióxido de carbono em vários locais do interior e exterior da escola"? "Como melhorar a qualidade do ar nos vários espaços da escola"?

No âmbito do desconforto térmico – "Como variam os valores de temperatura, quando mudamos a nossa localização na escola"? "Como varia a nossa sensação térmica, quando mudamos a nossa localização na escola"? "Como melhorar a nossa sensação térmica na escola"?

A abordagem aos conceitos e processos relacionados com os problemas, como por exemplo aos conceitos de som, nível sonoro, composição do ar, poluentes e temperatura, foi realizada em articulação com a formulação de questões problema, mas também com a posterior realização de exploração sensorial aos referidos conceitos e processos. Na articulação com a formulação de questões problema e a planificação das atividades, a abordagem aos conceitos e processos é realizada de forma participativa, com mediação docente, centrada no conhecimentos e vivências prévias dos/as estudantes, e com recurso a meios audiovisuais.

As primeiras tarefas práticas consistem na utilização dos sentidos e de materiais quotidianos para exploração, significação e concretização dos conceitos e processos relacionados com os problemas (cf. Figura 2). Como exemplos destas tarefas, podem indicar-se as explorações sensoriais: i) das ondas sonoras e dos fatores que influenciam a transmissão e a reflexão do som; ii) dos indicadores de existência do ar, das suas propriedades e de modelos físicos da sua composição; iii) do sentido humano de temperatura e da sua (não) fiabilidade, em diversos contextos. Estas explorações sensoriais visam a ligação entre experiências e conhecimento concreto com o conhecimento mais abstrato dos conceitos e processos em causa, tornando-se fundamental a ação dos/as estudantes, em conjunto com a mediação docente que facilita a construção das necessárias pontes entre o que se sente e o que se formaliza.

Figura 2
Exemplos de atividades de exploração sensorial do som e da temperatura.

Os resultados de aprendizagem das referidas tarefas, ou práticas, sensoriais, incluem atitudes e competências exploratórias e investigativas, para além do conhecimento concetual e procedimental relativo ao tema e problema em estudo.

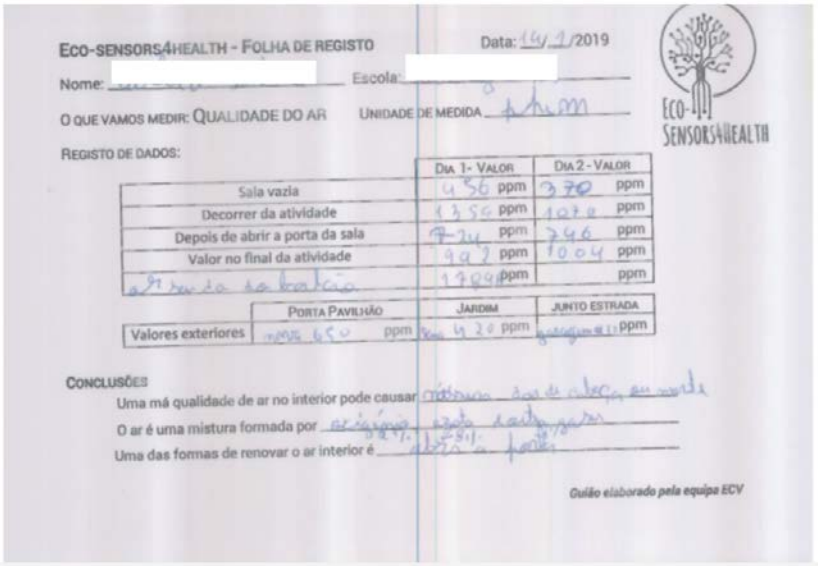
Às tarefas sensoriais, seguem-se as tarefas epistémicas ou tarefas de criação de conhecimento (Eriksson & Lindberg, 2016). Ao desenvolverem as tarefas epistémicas, os/as estudantes realizam práticas epistémicas, como observar, descrever, recolher dados, representar, interpretar e tomar decisões baseadas em dados (Kelly & Licona, 2018; Lopes et al., 2010). Estas práticas epistémicas são guiadas pela questão problema e recorrem aos eco-sensores, como mediadores epistémicos, sendo que os mediadores epistémicos, como uma ficha de registo de dados, uma carta de planificação ou um sensor, facilitam a criação, avaliação e comunicação de conhecimento (Magnani, 2004).

Os eco-sensores são usados pelas/os estudantes (desde as crianças do 1.º CEB às/aos estudantes dos Cursos de Formação para a Docência), nestas tarefas epistémicas, para adquirir e visualizar dados de nível

sonoro, concentração de dióxido de carbono no ar (indicador da qualidade do ar interior) e temperatura (cf. Figura 3). Esta utilização de sensores, em contexto de resolução de problemas, desenvolve a literacia estatística, nomeadamente por promover interpretações baseadas em representações gráficas, conjuntos de dados ou sumários estatísticos (representações apresentadas pelo software de visualização de dados dos sensores). No Projeto Eco-Sensors4Health, os sensores usados foram principalmente os sensores PASCO, mas existem muitas outras alternativas de kits didáticos de eco-sensores disponíveis, sendo alguns gratuitos, porque integrados nos dispositivos digitais móveis pessoais.

Figura 3
Aquisição de dados de nível sonoro, concentração de dióxido de carbono no ar e de temperatura em atividades do Projeto Eco-Sensors4Health na Escola Ciência Viva.

Outros mediadores epistémicos utilizados como recursos, nas tarefas em apreço, são as folhas de registo (ver exemplo, na Figura 4) e as escalas de segurança de nível de som, concentração de dióxido de carbono no ar interior e de temperatura (ver exemplo, na Figura 5), bem como um software de partilha de dados. As folhas de registo facilitam o registo, mas também a organização, tratamento e significação de dados pelos/as estudantes, apoiando práticas epistémicas que mobilizam os domínios da Matemática e das Ciências Naturais. As escalas de segurança, criadas com base nos conhecimentos científicos e legislação atual e adaptadas ao contexto da educação básica, permitem aos/às estudantes a classificação dos dados adquiridos, no que se refere à segurança da situação monitorizada. Desta forma, os/as estudantes identificam os problemas de saúde ambiental nas suas escolas.



ECO-SENSORS4HEALTH - FOLHA DE REGISTO

Data: 14/1/2019

Nome: _____ Escola: _____

O QUE VAMOS MEDIR: QUALIDADE DO AR UNIDADE DE MEDIDA: ppm

REGISTO DE DADOS:

	Dia 1- Valor	Dia 2 - Valor
Sala vazia	456 ppm	370 ppm
Decorrer da atividade	1356 ppm	1078 ppm
Depois de abrir a porta da sala	734 ppm	746 ppm
Valor no final da atividade	997 ppm	1004 ppm
	1704 ppm	ppm

	Porta Pavilhão	Jardim	Junto estrada
Valores exteriores	650 ppm	420 ppm	ppm

CONCLUSÕES

Uma má qualidade de ar no interior pode causar

O ar é uma mistura formada por

Uma das formas de renovar o ar interior é

Guião elaborado pela equipa ECV

Figura 4
Exemplo de folha de registo de dados de concentração de dióxido de carbono no ar interior usada no Projeto Eco-Sensors4Health na Escola Ciência Viva.

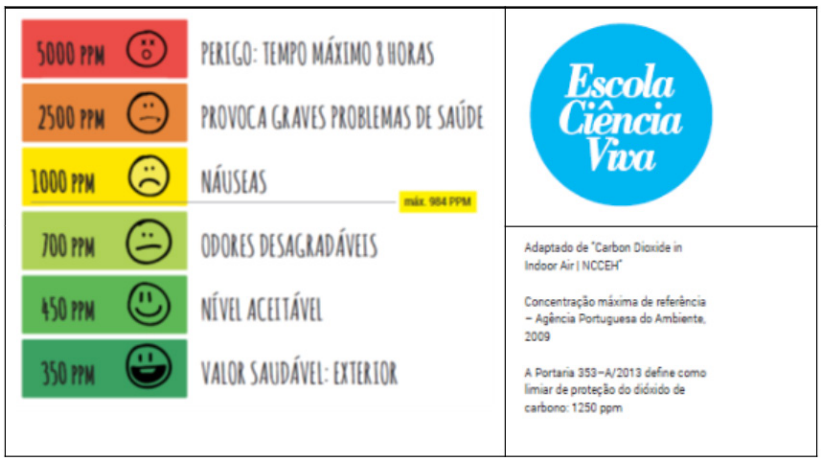


Figura 5
Exemplo de escala de segurança da concentração de dióxido de carbono no ar interior.

A plataforma Eco-Sensors4Health (http://www.eco-sensors4health.pt/), de partilha e visualização de dados, permite aos/às estudantes, desde o 1.º CEB, a introdução dos dados adquiridos com os eco-sensores. Esta tarefa de introdução dos dados é facilitada pela correspondência dos campos das fichas de registo disponibilizadas no *Toolkit* Eco-Sensors4Health (Projeto Eco-Sensors4Health, 2019) e os campos de introdução de dados na plataforma Eco-Sensors4Health.

A referida plataforma possibilita a pesquisa, visualização e análise dos dados recolhidos em diversas condições e em diversos espaços de diferentes escolas, visto que cada ponto num gráfico é "clicável", para pesquisa das condições de aquisição dos dados. A Figura 6 permite a observação e análise de variações de concentração de dióxido de

carbono no ar nas escolas. O primeiro ponto no gráfico corresponde a uma situação de sala de aula vazia, antes das atividades com a turma. O segundo ponto corresponde à medição efetuada duas horas depois do início das atividades da turma, verificando-se um claro aumento da concentração de dióxido de carbono no ar. O terceiro ponto mostra a diferença na referida concentração, quando é aberta uma janela. Por sua vez, o quarto ponto corresponde a uma medição na rua, junto à estrada, aquando da passagem de um carro. Os últimos pontos do gráfico da Figura 6 voltam a corresponder a medições na sala de aula, antes e durante as atividades da turma.

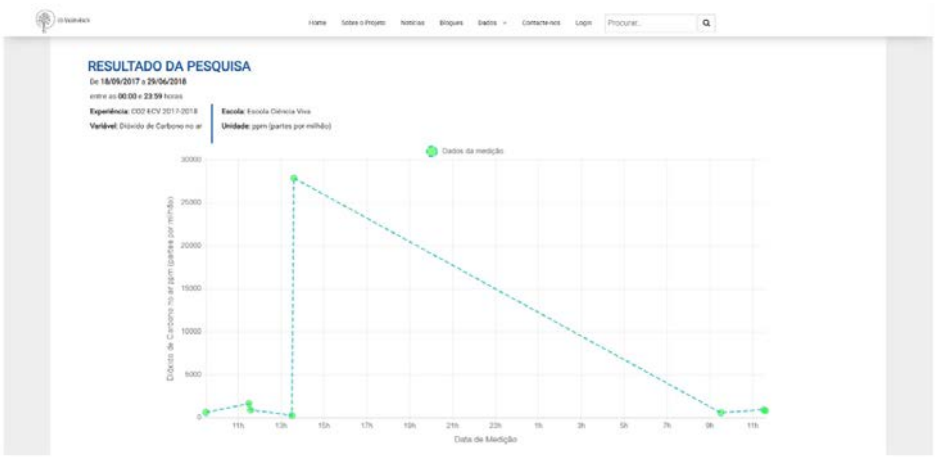


Figura 6
Ecrã de visualização, na Plataforma Eco-Sensors4Health, de dados de concentração de dióxido de carbono no ar adquiridos por duas turmas na Escola Ciência Viva.

O tipo de análise atrás apresentado permite aos/às estudantes novas significações dos dados adquiridos com os eco-sensores e constitui uma base para as tarefas, ou para a sua implementação em práticas de tomada de decisão, para resolução dos problemas de saúde ambiental identificados na escola. As práticas de tomada decisão são fundamentais para o desenvolvimento de competências de participação cidadã.

Em todas as tarefas, atrás descritas, a mediação docente tem um papel central na atribuição de papéis e responsabilidades, na disponibilização de recursos, no apoio a todas as práticas, relacionando-as com a questão problema inicial e com os conceitos e processos envolvidos, através de diversificadas formas de comunicação e de uso de mediadores epistémicos. A mediação docente é, ainda, fundamental na avaliação formativa e sumativa, ao longo dos processos, aqui descritos, de pesquisa experimental na resolução de problemas reais e complexos, com participação cidadã. Torna-se, desta forma, possível uma avaliação autêntica, ou seja, uma avaliação de processo das atividades autênticas (Fenton, 2008), que avalie os resultados de aprendizagem, nos

domínios cognitivo e afetivo-emocional, usando a análise crítica de evidências múltiplas, oferecidas pelas práticas do/a estudante e pelos seus produtos (Reeves, 2006).

Os resultados das experiências descritas, e realizadas no contexto do Projeto *Eco-Sensors4Health*, permitiram constatar que as referidas experiências se adequam ao 1.º e 2.º CEB, mas também à Formação para a Docência na Educação Básica, numa perspetiva de isomorfismo. O maior desafio centra-se na gestão dos recursos, nomeadamente dos sensores, no trabalho colaborativo dos/as estudantes, para que todos/as vivenciem de forma significativa as práticas epistémicas acima referidas.

3. Uso de robôs em educação

Tal como vimos na secção anterior, cada vez mais, as tecnologias digitais fazem parte do processo educativo de estudantes e professores/professoras, num contexto muito complexo. Ainda que pontualmente possa haver alguma resistência por parte daqueles que estão menos preparados para lidar com a tecnologia, o certo é que a escola não se pode afastar dos caminhos que estão continuamente a ser trilhados pelas sociedades, especialmente daqueles caminhos que poderão fornecer um contributo profícuo para a formação dos/as estudantes.

O termo "tecnologia" é, contudo, muito abrangente. Nesta secção, e na secção seguinte, dá-se um enfoque especial à área da robótica, e, particularmente, à robótica educacional, que pode ser caracterizada como "um ambiente de trabalho, em que os alunos terão a oportunidade de montar e programar seu próprio sistema robótico, controlando-o através de um computador com softwares especializados. Através da robótica, o aprendiz será o construtor de seus conhecimentos, por meio de observações e da própria prática" (Silva, 2009, p. 32).

A robótica educacional é então uma ferramenta que está à disposição do/a professor/a e que permite demonstrar na prática muitos conceitos teóricos, o que motiva os/as intervenientes, sejam os/as alunos/as, sejam os/as próprios/as professores/as. Silva (2009, p. 33) sintetiza de forma eficaz os principais objetivos que se almejam cumprir, quando se utiliza a robótica em sala de aula:

1. Desenvolver a autonomia, isto é, a capacidade de se posicionar, elaborar projetos pessoais, participar na tomada de decisões coletivas;

2. Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;

3. Proporcionar o desenvolvimento de projetos utilizando conhecimento de diversas áreas;

4. Desenvolver a capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema;

5. Desenvolver habilidades e competências ligadas à lógica, noção espacial, pensamento matemático, trabalho em grupo, organização e planejamento de projetos envolvendo robôs;

6. Promover a interdisciplinaridade, favorecendo a integração de conceitos de diversas áreas, tais como: linguagem, matemática, física, ciências naturais, história, geografia, artes, etc.

São vários os estudos que têm mostrado, nos últimos anos, a relevância do uso da robótica na área da educação (Chitolina et al., 2016; Peralta & Guimarães, 2018; Silva, 2009; Zilli, 2004). Reconhece-se, efetivamente, os contributos do uso da robótica educativa para a construção de conhecimentos em áreas distintas como a Matemática e a Língua Portuguesa, entre outras. Com a mobilização da robótica, a aprendizagem é favorecida, uma vez que é construída e vivenciada pelo/a próprio/a aluno/a. Além disso, potencia-se a articulação evidente entre o campo teórico e o campo prático, o que permite que os/as alunos/as vivenciem a aprendizagem de uma forma mais significativa.

É de reforçar que este tipo de trabalho possibilita, entre outros aspetos, o desenvolvimento de importantes capacidades matemáticas, nomeadamente a resolução de problemas, o raciocínio matemático, a comunicação matemática e o pensamento computacional. As três primeiras capacidades aparecem referidas nos documentos curriculares de Matemática do ensino básico há bastante tempo, sendo que a última, pensamento computacional, foi introduzida, de forma explícita, nas Aprendizagens Essenciais de Matemática de 2021.

Neste tipo de trabalho, a mediação docente é muito importante e o/a professor/a, enquanto transformador/a ativo no processo de aprendizagem dos/as alunos/as, precisa de estar inserido/a no mundo da tecnologia e de reconhecer as suas mais-valias. Este perfil de professor/a ativo/a é decisivo para a utilização das tecnologias na sala de aula. Assim, surge a necessidade de formar professores/as relativamente

a estes aspetos, de modo a encorajá-los/as e para que também possam dominar conhecimentos sobre robótica.

Numa pesquisa efetuada no contexto brasileiro, Peralta e Guimarães (2018) concluíram que a robótica na escola pode ter um caráter de prática pedagógica interdisciplinar se o/a professor/a for formado/a para refletir sobre a sua própria ação, o que mostra a importância da formação que leve à reflexão em torno da própria prática pedagógica. Os autores apontam ainda para a necessidade de envolver mais efetivamente os/as professores/as, através da construção coletiva das suas práticas pedagógicas, porque "as proposições seriam aceites e legitimadas pelos professores caso fossem implementadas por meio de ações que os considerassem protagonistas de processos de ensino e não meros executores" (p. 42).

Ainda no contexto brasileiro, as palavras de Silva (2009) apontam para um enlace produtivo entre a robótica e educação, dado que o robô, enquanto "elemento tecnológico, possui uma série de conceitos científicos cujos princípios básicos são abordados pela escola" (p. 31). Além disso, os robôs despertam o "imaginário infantil, criando novas formas de interação, e exigindo uma nova maneira de lidar com símbolos" (p. 31).

Para além destes estudos internacionais, também no contexto nacional têm surgido algumas investigações na área da robótica educacional (Lopes, 2016; Ribeiro, 2016; Ribeiro et al., 2009; Rosa, 2019), que apontam, mais uma vez, para os benefícios associados a esta opção. No seu estudo sobre corridas com robôs, Lopes (2016) salienta a relevância do contexto para emergirem intenções de aprendizagem, que levam os/as alunos/as a agir e a refletir de modo a construírem conhecimento e terem consciência relativamente aos dados estatísticos a tratar. Os/As alunos/as revelaram-se capazes de raciocinar a partir de conceitos estatísticos, o que possibilitou a aprendizagem da estatística e a atuação de uma forma refletida e crítica.

Ribeiro (2016), por sua vez, organizou o seu estudo com crianças do 4.º ano do 1.º CEB, em duas fases: uma etapa relativa à aprendizagem e conceitos de robótica e outra à exploração de situações problemáticas com o robô, sendo trabalhadas competências ao nível da Matemática, com ênfase nas operações de multiplicação e divisão. Os/As alunos/as foram chamados/as a explorar um robô, para, a partir de um trabalho em equipa, se implicarem nas seguintes tarefas: projetar e testar os seus protótipos, resolver os problemas, elaborar as suas próprias estratégias e métodos para uma melhor exploração dos materiais e desafios

apresentados. Assim, construíram os seus próprios conhecimentos sobre os conceitos trabalhados.

Rosa (2019) estudou a utilização do robô DOC por crianças do 1.º CEB e concluiu que esta contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio lógico, visto que exige das crianças uma visão sobre o processo de criação, programação e a resposta do robô. Paralelamente, propiciou o aumento da criatividade, do trabalho colaborativo e da interdisciplinaridade.

Ribeiro et al. (2009) apontam para a importância da robótica no Ensino Básico, identificando três áreas que muito beneficiarão da sua utilização, nomeadamente a Matemática, o Estudo do Meio e a Educação Tecnológica. No primeiro domínio, a ênfase na aprendizagem da matemática deverá assentar na "resolução de problemas, o raciocínio e a comunicação. Neste sentido, a robótica oferece um campo pleno de oportunidades." (p. 185). No que respeita ao estudo do meio, o contributo da robótica passará por uma "compreensão geral e alargada das ideias e estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos de investigação científica; questionar o impacto da Ciência e Tecnologia no nosso ambiente e cultura" (p. 185). Finalmente, no que diz respeito à educação tecnológica, será permitida a integração de saberes comuns a diferentes áreas e "a mobilização e aplicação de conhecimentos na abordagem de novas situações" (p. 185).

Neste trabalho desenvolvido com alunos/as do 4.º ano do 1.º CEB e do 6.º ano do 2.º CEB, os mesmos autores salientam, por um lado, as diversas áreas disciplinares implicadas no estudo e, por outro, o facto de alunos/as tão novos/as conseguirem desenvolver um projeto complexo, que envolve kits de robótica, processos de construção e programação de robôs.Um outro ponto a destacar na área da robótica educacional diz respeito aos aspetos motivacionais, de colaboração, de construção e reconstrução de conhecimento. Para além disso, segundo Angel-Fernandez e Vincze (2018),

> Educational Robotics is a field of study that aims to improve learning experience of people through the creation, implementation, improvement and validation of pedagogical activities, tools (e.g. guidelines and templates) and technologies, where robots play an active role and pedagogical methods inform each decision (p. 41)

Tendo em conta o desenvolvimento do pensamento conceptual, na linha de Vigotsky, Silva (2009, p. 50) afirma que:

> o uso de robôs na educação pode fazer surgir ou ampliar a zona de desenvolvimento proximal do indivíduo à medida que surgem obstáculos à atividade que está sendo executada ou quando são propostos desafios que o fazem investigar sobre o tema abordado, a refletir sobre o objeto de sua construção e, também, sobre as propriedades específicas do conceito imbricado nessa construção, favorecendo a internalização das mesmas pelo indivíduo. Essa internalização pode ser observada no próprio diálogo com o aluno ou na complexidade dos resultados de suas tarefas.

Embora as potencialidades sejam amplamente reconhecidas, a utilização de robôs no processo de aprendizagem ainda é algo que acarreta uma certa complexidade para o universo escolar, quer pelo custo, quer pela panóplia de novos conceitos e tecnologia inerentes à robótica. Assim sendo, não está ainda acessível para todos/as os/as alunos/as e para todas as escolas, embora, atualmente, já seja sugerida a sua introdução em contexto escolar nas Aprendizagens Essenciais para o ensino da Matemática no Ensino Básico (Canavarro et al., 2021) que incorporam o Pensamento Computacional como umas das capacidades transversais no ensino da Matemática devido à sua reconhecida importância. O estudo e a divulgação dos benefícios atribuídos à robótica educacional para o processo de ensino-aprendizagem podem ser fundamentais para a sua promoção.

4. Experiências de uso de robôs em educação

Nesta secção, descrevem-se algumas experiências-piloto que assentam na utilização de um robô em salas de níveis de ensino diversos. O objetivo não é apresentar uma descrição minuciosa de todo o processo, mas sim mostrar as diversas potencialidades que o recurso tem e as várias áreas de saber que podem ser contempladas, para além das mais-valias que a sua utilização permite no desenvolvimento de competências transversais. As experiências com crianças em idade pré-escolar e no 1.º CEB realizaram-se numa escola da área da grande Lisboa, enquanto as experiências na formação para a docência em educação básica se realizaram na Escola Superior de Educação de Lisboa.

As experiências a seguir relatadas usaram como recurso o robô DOC da Clementoni (cf. Figura 7). Apesar de existirem diversos recursos do mesmo género, este foi o recurso utilizado por ser de fácil acesso, devido à possibilidade de o adquirir em diversas superfícies comerciais; de baixo custo, quando comparado com outros similares; por ser intuitivo e de fácil manuseio; e por permitir utilizá-lo com o que já se apresenta programado ou de forma livre. Apesar desses aspetos, todo o trabalho a seguir apresentado pode ser realizado com qualquer recurso similar.

Figura 7
Robô DOC, Clementoni Ciência Viva.

Todas as experiências realizadas, quer com crianças em idade pré-escolar e de 1.º CEB, quer com futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos, iniciaram-se com a exploração do robô. Os botões de comando, neste modelo apresentados no cimo da cabeça do robô (cf. Figura 7), foram os primeiros a ser explorados. Nas crianças em idade pré-escolar e no início do 1.º CEB, foi notória a dificuldade em identificar a direita e a esquerda, sobretudo quando se encontravam sentadas em sentido oposto ao robô. Essa dificuldade, normal nestas idades, foi ultrapassada, em ambos os casos, após algumas utilizações do robô, o que já aponta para algumas das aprendizagens que este tipo de recurso pode permitir.

De seguida, foram explorados os restantes materiais existentes na caixa do DOC: tabuleiros 1 e 2 (cf. Figura 8) e cartões de tarefa e de comandos (cf. Figura 9).

Figura 8
Tabuleiros DOC, Clementoni .

Figura 9
Cartões de tarefa e cartões de comandos, DOC, Clementoni.

A realização das tarefas propostas para os tabuleiros do robô, assim como a interação com o mesmo, permitem, diretamente, desenvolver aprendizagens matemáticas, concretamente ao nível de conteúdos geométricos, mais especificamente em termos da orientação espacial (frente, atrás, um quarto de volta para a esquerda, um quarto de volta para a direita); e de conteúdos numéricos, concretamente em relação ao conjunto dos números naturais através, por exemplo, da contagem do número de vezes que se deve programar um certo comando para que o robô chegue ao local pretendido.

O trabalho com o robô, associado a um pedido de explicação do raciocínio, conduz, também, ao importante desenvolvimento de capacidades transversais, tais como a comunicação, o raciocínio e a resolução de problemas (com as várias tarefas e práticas epistémicas associadas), capacidades fundamentais na aprendizagem e à vida, assim como a abstração, subtópico do Pensamento Computacional, expresso nas Aprendizagens Essenciais para o Ensino da Matemática no Ensino Básico (Canavarro et al., 2021).

Também em termos da língua portuguesa, o recurso em questão tem diversas potencialidades, permitindo uma abordagem da linguagem oral e da escrita. Sabe-se que a linguagem oral é fulcral na comunicação com os outros, na aprendizagem e na exploração e desenvolvimento do pensamento, permitindo avanços cognitivos importantes (Ribeiro et al., 2016; Silva et al., 2016; Sim-Sim, 2014; Sim-Sim et al. 2008). Nesta perspetiva, o recurso ao DOC abre caminho para a apropriação de vocabulário fundamental, por um lado, e para a mobilização correta desse mesmo léxico, na interação com os seus pares, por outro. A criança apropria-se de palavras específicas e tem de as usar na interação com os outros e na verbalização das instruções que dá ao robô. Tal permite que o/a próprio/a educador/a ou professor/a também se

apercebam da correta ou incorreta apropriação e utilização dos termos, podendo ainda fazer pedidos de reformulação e questionar a criança, no sentido de contribuir para a expansão do vocabulário e o domínio de frases mais complexas, por exemplo. O desenvolvimento da linguagem oral depende, em larga medida, do interesse em comunicar, o que implica saber-se escutado e supõe também ter coisas interessantes para dizer (Ribeiro et al., 2016; Silva et al., 2016; Sim-Sim, 2014; Sim-Sim et al. 2008). Falar sobre a utilização de um robô será, por si só, uma tarefa altamente interessante, desafiante e desencadeadora de interações linguísticas múltiplas.

Conseguimos destacar algumas áreas vocabulares que sobressaem da utilização do DOC, nomeadamente as cores, as direções, os animais, a cidade. Estas áreas poderão ainda ser o ponto de partida para outras atividades no âmbito do desenvolvimento da linguagem.

Neste âmbito, o DOC permite desenvolver aprendizagens ao nível da identificação de convenções da escrita, concretamente o reconhecimento de letras e a compreensão da sua organização de modo a formar palavras e/ou expressões. Outra área importante que pode ser potenciada é o desenvolvimento da consciência fonológica. Os tabuleiros do jogo revelam-se adequados para serem usados para jogos diversos que têm como finalidade o desenvolvimento da consciência silábica, intrassilábica e fonémica, essenciais para a aprendizagem da leitura e da escrita. Algumas atividades implementadas foram a identificação de sílabas iniciais idênticas a partir das imagens disponíveis nos tabuleiros (consciência silábica); a identificação de rimas também a partir das imagens disponíveis (consciência intrassilábica); e ainda a produção de palavras com o mesmo fonema inicial que as imagens dos tabuleiros (consciência fonémica) (Freitas et al., 2007).

Com estas atividades, as crianças desenvolvem uma capacidade crescente para a identificação e manipulação de elementos fonológicos cada vez mais pequenos. Cabe aos/às educadores/as a apresentação de propostas ricas que impliquem diferentes processos e níveis de análise, cada vez mais exigentes, de modo a facilitar estas aprendizagens. Como se referiu, a consciência fonológica está amplamente relacionada com a aprendizagem da leitura, estabelecendo-se entre ambas uma relação que é recíproca e interativa, visto que a análise do oral contribui para o processo de codificação da escrita e, concomitantemente, a leitura e a escrita promovem o desenvolvimento de níveis de análise fonológica cada vez mais esmerados (Ribeiro et al, 2016; Viana & Sucena, 2019).

Esta exploração preparada e intencional de sons e de palavras faz com que as crianças se comecem a aperceber de que a língua não é apenas um meio de comunicação, mas pode ser igualmente um objeto de reflexão. Desta maneira, promove-se uma consciencialização complexa e estruturada sobre a forma como é constituída, e como se organizam os seus elementos (Silva et al., 2016; Viana & Ribeiro, 2017).

Para além dessas aprendizagens, que podem começar a ser desenvolvidas autonomamente pelas crianças através da utilização do robô, o papel do/a educador/a ou professor/a é essencial para lhes permitir desenvolver mais aprofundadamente essas aprendizagens e, em simultâneo, outras que também são possíveis utilizando este recurso. Um exemplo concreto desse aspeto, prende-se com o comando "quarto de volta". Inicialmente, este comando não foi automaticamente compreendido nem pelas crianças nem pelos/as futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos. Na primeira experiência, quando verificavam que, por exemplo, o robô se tinha de deslocar 3 casas para a direita programaram-no carregando 3 vezes no comando "quarto de volta para a direita", demonstrando não perceber que, ao realizar uma rotação de 90º (quarto de volta), o robô não se moveria da casa onde se encontrava, rodando apenas sobre si mesmo. Os/as futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos rapidamente compreenderam e ultrapassaram a dificuldade, sendo que os/as alunos/as mais jovens ainda mantiveram a dificuldade ao longo das primeiras experiências.

A modalidade "livre" do robô, associada a um tabuleiro vazio, permite um ilimitado número de experiências e de aprendizagens, pois, neste caso, será o/a educador/a ou professor/a a definir o que colocar no tabuleiro (imagens, figuras, sólidos, letras, palavras,...), assim como a delinear as propostas do que pedir às crianças. Com essa intenção, e sabendo que cada passo do robô mede 15cm, nas nossas experiências foram criados tabuleiros vazios. Na primeira experiência, o tabuleiro foi construído em plástico (cf. Figura 10), sendo que, noutras experiências realizadas, a sua construção foi realizada em papel de cenário. Esta construção permite o envolvimento das crianças, pois torna-se possível colocá-las a medir a dimensão do passo do robô, assim como a construírem um pequeno tabuleiro, ou parte de um grande, para poderem utilizá-lo.

Com um tabuleiro vazio, e tal como referido anteriormente, abre-se um leque de possibilidades de tarefas que podem integrar questões de qualquer área do saber. Por exemplo, podem ser trabalhadas questões relativas a figuras e sólidos geométricos, identificação de letras, cons-

trução de frases ou o contar uma história, assim como questões sobre o tempo, dias ou meses do ano (cf. Figura 11). Estes exemplos foram realizados com crianças em idade pré-escolar e com crianças a frequentar os primeiros anos do 1.º CEB, e discutidas com os/as futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos que analisaram a pertinência da sua utilização. É de salientar que estas propostas devem ser diversificadas, interdisciplinares e relacionadas com o contexto e quotidiano das crianças.

Figura 10
Tabuleiro vazio construído..

Com um tabuleiro vazio, e tal como referido anteriormente, abre-se um leque de possibilidades de tarefas que podem integrar questões de qualquer área do saber. Por exemplo, podem ser trabalhadas questões relativas a figuras e sólidos geométricos, identificação de letras, construção de frases ou o contar uma história, assim como questões sobre o tempo, dias ou meses do ano (cf. Figura 11). Estes exemplos foram realizados com crianças em idade pré-escolar e com crianças a frequentar os primeiros anos do 1.º CEB, e discutidas com os/as futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos que analisaram a pertinência da sua utilização. É de salientar que estas propostas devem ser diversificadas, interdisciplinares e relacionadas com o contexto e quotidiano das crianças.

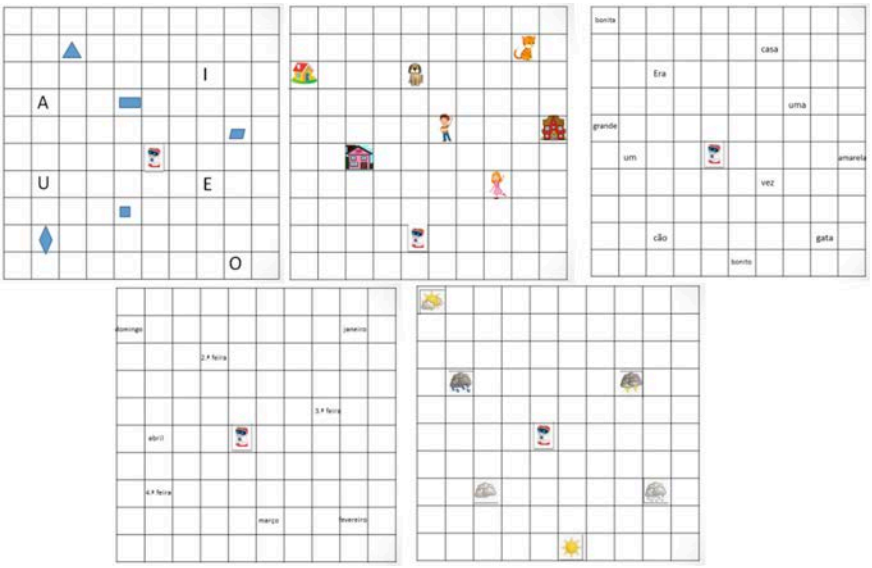


Figura 11
Exemplos de tabuleiros a utilizar no modo "livre".

Concretamente, uma das experiências foi realizada no dia a seguir a uma visita ao Jardim Zoológico. Dessa forma, no tabuleiro foram colocados bonecos de animais, que as crianças tinham visitado no dia anterior, e foi-lhes pedido que levassem o robô a visitar alguns desses animais, começando apenas com um e passando, de seguida, para o pedido de uma sequência de passagem por vários animais. Nesta experiência, as crianças tiveram de ter o cuidado de não programar o robô até junto do animal (não podia entrar na quadrícula onde o animal se encontrava), pois elas próprias na visita também não entravam na jaula dos animais. Por outro lado, esta situação também lhes permitiu programar o robô até diferentes locais à volta da jaula, pois de qualquer um dos pontos seria possível ver o animal, tal como lhes aconteceu ao longo da visita. Esta ligação à realidade é importante na medida em que a resolução de problemas do quotidiano, problemas reais e com verdadeiro sentido para as crianças, possibilita o desenvolvimento de diversas aprendizagens transversais.

Como é possível perceber, todo este trabalho, associado a um constante pedido de explicação do raciocínio realizado, conduz ao desenvolvimento de capacidades transversais, como a comunicação, o raciocínio, a resolução de problemas e o pensamento computacional. Trabalhando com este recurso, é possível auxiliar os/as alunos/as a desenvolverem estas capacidades de forma integrada e possibilitar um constante envolvimento e motivação na, e para, a aprendizagem.

Nas experiências realizadas, o trabalho de grupo foi a metodologia adotada, permitindo a colaboração e cooperação entre pares (cf. Figura 12). Nas crianças com idades mais precoces, não foi fácil iniciar o trabalho com esta metodologia na medida em que não se encontravam

habituados a segui-la e, em simultâneo, porque a sua precoce idade remete para uma dificuldade acrescida em saber exprimir as suas ideias e fazer-se ouvir, assim como saber ouvir os outros e assimilar as suas ideias, comparando-as com as suas.

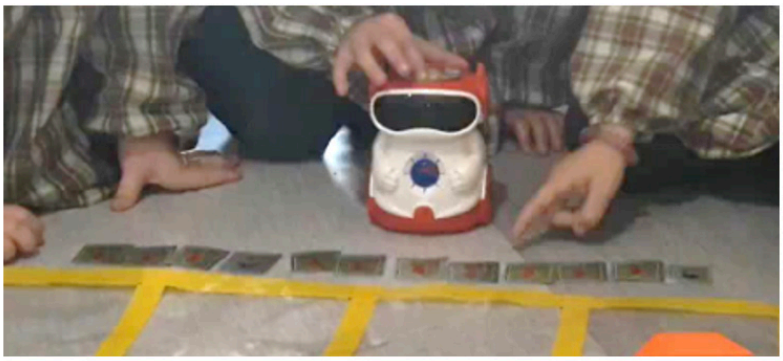


Figura 12
Colaboração e cooperação na resolução de uma das tarefas propostas.

Outro importante aspeto a ressalvar prende-se com o registo do processo utilizado. Para esse fim, e sabendo da sua importância, foi elaborado um documento de apoio (cf. Figura 13) e disponibilizado a cada aluno/a ou grupo/a, consoante a tarefa a ser realizada, juntamente com lápis das quatro cores dos comandos do robô (amarelo, azul, vermelho e roxo), assim como a imagem desses comandos de modo que não houvesse a possibilidade de dúvida na escolha da cor. Este registo foi importante na medida em que permitiu aos/às alunos/as organizar o seu pensamento e comparar mais facilmente a sua estratégia com a dos/as restantes colegas.

Figura 13
Folha de registo preenchida pela criança A. do 1.º ano de escolaridade propostas .

Outra situação vivenciada ao longo destas experiências relaciona-se com a possibilidade de os/as alunos/as poderem ocupar o lugar do robô (cf. Figura 14). Essa situação ocorreu, em diferentes momentos e por duas razões distintas: (i) como anteriormente referido, por necessidade, devido à dificuldade das crianças em compreender se a rotação do robô deveria ser realizada para a direita ou para a esquerda; e (ii) por interesse das crianças em mudarem de papel e passarem a "ser" elas o robô que os colegas comandavam.

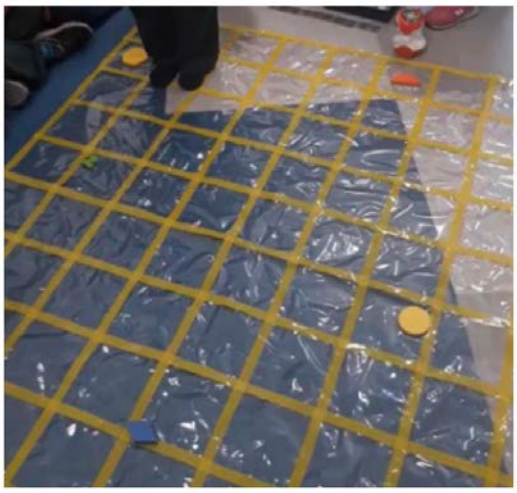


Figura 14
O aluno B. a "ser" o robô.

Para além dessas situações, outras experiências foram realizadas, tais como: a colocação de barreiras que não permitam a passagem por alguns caminhos ou a determinação de condições, como, por exemplo, o terem de programar o robô para chegar ao local A, tendo de passar previamente pelo local B, ou tendo apenas a possibilidade de utilizar um certo número de comandos, ou a possibilidade de utilizar um determinado comando apenas um certo número de vezes. Esta possibilidade de complexificação das tarefas atribuídas permite um desenvolvimento progressivo nos vários domínios. Algumas crianças respondem mais facilmente a este desafio, enquanto outras necessitam de mais algum tempo até cumprirem as tarefas com sucesso.

Deste modo, e através das experiências realizadas, constatamos que a utilização deste recurso permite uma infinidade de propostas e, por conseguinte, de aprendizagens, devendo, por isso, ser considerando um recurso lúdico e didático a utilizar com as crianças em idade pré-escolar e de 1.º CEB de modo a trabalhar de forma interdisciplinar e significativa, na conceção defendida por Ausubel (1963, 2000).

O recurso ao tabuleiro vazio também é muito produtivo no domínio da língua, nomeadamente no que diz respeito ao desenvolvimento da consciência fonológica. As diferentes atividades listadas acima ganham novo potencial se pensarmos que o próprio/a educador/a pode preparar um conjunto de imagens que servirão os seus interesses para a descoberta da riqueza dos sons da língua.

Para além da consciência fonológica, as relações semânticas entre as palavras podem orientar as várias deslocações do DOC: as relações de sinonímia, antonímia, etc. Um exemplo concreto de atividade seria dispor no tabuleiro vazio imagens diversas que representam conceitos

opostos (grande, pequeno; estreito, largo; contente, triste…) e dar indicações à criança para mover o robô desde um destes conceitos até ao seu oposto. É importante, numa primeira fase, garantir que as crianças percebem todas aquilo que é representado por cada imagem, para que depois a atividade se possa realizar com sucesso.

A descrição da utilização deste robô, nos diferentes contextos, mostra as diversas potencialidades da robótica para a área da educação. Na verdade, este estudo exploratório permite apontar para diversos percursos possíveis no âmbito da Matemática e da Língua Portuguesa e deixa também antever outras áreas que podem ser mobilizadas.

Conclusão

No capítulo que agora se conclui, a utilização pedagógica de eco-sensores e robôs foi equacionada nas suas potencialidades para a promoção de aprendizagens móveis e corporizadas, em contextos interdisciplinares na educação básica. Ao longo do capítulo, foram apresentadas intencionalidades e especificadas tarefas pedagógicas de utilização interdisciplinar de eco-sensores e robôs em educação básica.

No que se refere à utilização de eco-sensores, foram realçadas as suas potencialidades para atividades autênticas de pesquisa e resolução de problemas, em contextos reais e complexos, que potenciam a ação participativa dos/as estudantes nas escolas. Referindo o Projeto *Eco-Sensors4Health* (https://eco-sensors4health.site/), foi apresentada a estrutura didática das atividades interdisciplinares de pesquisa e resolução de problemas do ambiente da escola, desenvolvidas no contexto deste Projeto, nomeadamente no que se refere às seguintes fases, não necessariamente sempre nesta sequência: abordagem ao tema; planificação das atividades e formulação da questão problema; tarefas sensoriais de exploração concreta dos processos relacionados com o problema e sua avaliação; tarefas epistémicas na pesquisa para resolução do problema formulado e sua avaliação; tarefas de tomada de decisão e sua avaliação. As tarefas sensoriais são encaradas como fundamentais para a construção das aprendizagens concretas que vão ser a base das aprendizagens mais abstratas.

No Projeto *Eco-Sensors4Health*, as experiências de utilização de sensores para pesquisa e resolução de problemas foram realizadas nos 1.º e 2.º CEB, mas também com turmas de Formação Inicial e Contínua de Formação para a Docência em Educação Básica. A realização das

referidas experiências pelos futuros/as e atuais docentes foi muito gratificante e permitiu a sua capacitação para dinamizarem essas mesmas atividades com as crianças em educação básica. Salienta-se, ainda, que algumas destas experiências foram implementadas em contextos de pré-escolar, com resultados muito positivos (ver, por exemplo Bagulho, 2021).

Relativamente à utilização de robôs, foram identificadas e elencadas as potencialidades inerentes à sua utilização para o desenvolvimento de diversas capacidades e competências. Tendo por base a revisão de literatura, que demonstra que a utilização do referido recurso pode propiciar o desenvolvimento de aprendizagens de diversas áreas, foram relatadas algumas experiências realizadas, no desenvolvimento de aprendizagens ao nível da Matemática e da Língua Portuguesa, com crianças em idade pré-escolar e de 1.º CEB, assim como com futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos que tiveram a oportunidade de experienciar as mesmas tarefas que foram propostas às crianças, podendo, posteriormente, discutir a sua pertinência e relevância na aprendizagem.

Com os trabalhos apresentados no presente capítulo, pretendemos demonstrar a importância da utilização de tecnologias digitais na aprendizagem interdisciplinar, exemplificando como poderá ser possível utilizá-las através de contextos com significado e sentido para as crianças. A partir da descrição feita, reafirmam-se as potencialidades da inserção das tecnologias digitais no seio da sala de aula, acompanhando-se, assim, o caminho de crescimento e familiarização com estes recursos.

As áreas científicas, no geral, e a Matemática e a Língua Portuguesa, especificamente, ficam a beneficiar sempre que se introduzem novas tecnologias que acabam por aproximar a escola daquilo que os estudantes já encontram fora dela. Seria, assim, contraproducente, não se aproveitar essas mais-valias oferecidas por estes recursos. Reconhece-se, portanto, que o percurso desejável assenta na integração da tecnologia no quotidiano da escola.

Referências

Amann G. V. (Ed.). (2015). *Programa Nacional de Saúde Escolar 2015*. DGS.

Angel-Fernandez, J. M., & Vincze, M. (2018). Towards a Definition of Educational Robotics. P. Zech, & J. Piater (Eds.). *Proceedings of the Austrian Robotics Workshop 2018* (pp. 37-42). Innsbruch University Press.

Ansell, N. (2009). Embodied learning: responding to AIDS in Lesotho's education sector. *Children's Geographies, 7* (1), 21-36.

Bagulho, B. J. D. (2021). *Melhorar a qualidade do ar interior numa escola básica com jardim de infância* (Dissertação de mestrado não publicada). Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Educação, Lisboa. http://hdl.handle.net/10400.21/13061

Blikstein, P. (2013). *Digital fabrication and 'making ' in education: The democratization of invention. FabLabs: Of machines, makers and inventors,* 1-21.

Butler, D. M., & MacGregor I. D. (2003). *Globe: Science and Education. Journal of Geoscience Education, 51* (1), 9-20.

Canavarro et al. (2021). *Aprendizagens Essenciais de Matemática do Ensino Básico*. Direção-Geral de Educação. Consultado a 20 de setembro de 2021 em https://www.dge.mec.pt/noticias/aprendizagens-essenciais-de-matematica

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education, 86*, 175-218.

Chitolina, R. F., Noronha, F. T., & Backes, L. (2016). A Robótica Educacional como tecnologia potencializadora da aprendizagem: das ciências da natureza às ciências da computação. *Educação, Formação & Tecnologias, 9* (2), 56-65. Acedido em 14 de maio de 2021 em http://eft.educom.pt.

Colls, R., & Hörschelmann, K. (2009). The geographies of children's and young people's bodies. *Children's Geographies, 7* (1), 1-6.

DLIS (2011). Data logging in science. VIA University College. Available at https://www.ucviden.dk/portal/files/45515409/Data_Logging_in_Science.pdf

Eriksson, I., & Lindberg, V. (2016) Enriching 'learning activity' with 'epistemic practices' – enhancing students' epistemic agency and authority. *Nordic Journal of Studies in Educational Policy,* 2016 (1).

Evans-Cowley, J. (2010). Planning in the Real-Time City: The Future of Mobile Technology. J*ournal of Planning Literature*, *25*(2), 136-149.

Fenton, M. (2008). *Authentic learning using mobile sensor technology with reflections on the state of science education in New Zealand: A research project for the New Zealand Ministry of Education*. Nexus Research Group.

Ferreira, E., Ponte, C., Silva, M. J., & Azevedo, C. (2015). Mind the Gap: Digital Practices and School. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence (IJDLDC), 6*(3), 16-32. doi:10.4018/IJDLDC.2015070102

Freitas, M. J., Alves, D., & Costa, T. (2007). *O conhecimento da língua: Desenvolver a consciência fonológica*. Ministério da Educação.

Hall, E. T. (1989). B*eyond Culture*. Anchor Book.

Herrington, J. (2006). *Authentic e-learning in higher education: Design principles for authentic learning environments and tasks*. Paper apresentado na Conferência Mundial E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Wollongong.

Ihde, D. (2002). *Bodies in Technology*. Minneapolis. University of Minnesota Press.

Kelly, G. J., & Licona, P. (2018). Epistemic practices and science education. In M. R. Matthews (Ed.), *History, philosophy and science teaching: New perspectives* (pp. 139-165). Springer.

Klasnja, P., & Pratt, W. (2012). Healthcare in the pocket: Mapping the space of mobile-phone health interventions. *Journal of Biomedical Informatics, 45,* 184-198.

Knight, S. (2005). *Innovative Practice with e-Learning*. Higher Education Funding Council for England.

Lombardi, M. M. (2007). Authentic learning for the 21st century: An overview. *Educause learning initiative, 1*(2007), 1-12.

Lopes, P. C. R. (2016). *Aprender matemática com recurso a tecnologias: Robots na sala de aula*. (Tese de Doutoramento em Matemática Especialidade de Ensino da Matemática). Universidade da Madeira.

Acedido em 14 de maio de 2021 em https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/1570/1/DoutoramentoPaulaLopes.pdf

Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Silva A. A. (2010). *Effective Teaching for Intended Learning Outcomes in Science and Technology* (Metilost) (115 pp.). Nova Science Publishers, Inc.

Magnani, L. (2004). Reasoning through doing. Epistemic mediators in scientific discovery. *Journal of Applied Logic, 2* (4), 439-450.

McGrath M. J., & Scanaill, C. N. (2013a). Introduction. In M. J. McGrath & C. N. Scanaill (Eds.), *Sensor Technologies* (pp. 1-14).Apress Open.

McGrath M. J., & Scanaill, C. N. (2013b). Sensing and Sensor Fundamentals. In In M. J. McGrath, & C. N. Scanaill (Eds.), *Sensor Technologies* (pp. 15-50). Apress Open.

Payne, P. (1997). Embodiment and Environmental Education. *Environmental Education Research*, *3* (2), 133-153.

Peralta, D. A., & Guimarães, E. C. (2018). A robótica na escola como postura pedagógica interdisciplinar: o futuro chegou para a Educação Básica? *Revista Brasileira de Informática na Educação, 26*(1), 30-50.

Projeto Eco-Sensors4Health (2019). *Eco-Sensors4Health Toolkit: Guia Eco-sensores para a saúde*. Instituto Politécnico de Lisboa, Instituto Politécnico de Viseu, Ciência Viva – ANCCT, Município de Viseu. https://ecosensors4health.files.wordpress.com/2019/03/toolkit-eco-sensors4health_cv_vf.pdf

Reeves, T. C. (2006). How Do you know they are learning?: The importance of alignment in higher education. *International Journal of Learning Technology, 2* (4), 294-309.

Reeves, T. C. Herrington, J., & Olivers, R. (2002), Authentic activities and online learning. *Annual Conference Proceedings of higher Education Research and Development Society of Australasia*. Perth, Australia.

Ribeiro, C. R., Coutinho, C. P., & Costa, M. F. (2009). O papel interdisciplinar da robótica nos contos infantis. *Actas da VI Conferência Internacional de TIC na Educação* (pp. 179-191). Universidade do Minho. Acedido em 14 de maio de 2021 em https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9439 [GS Search]

Ribeiro, C. (2016). *Um contributo para a integração de atividades de robótica educativa no ensino básico*. (Tese de Doutoramento em Ciências da Educação Especialidade em Tecnologia Educativa). Universidade do Minho. Acedido em 14 de maio de 2021 em http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/55912.

Ribeiro, I., Viana, F. L., Baptista, A., Choupina, C., Santos, S., Brandão, S., Cadime, I. M. D., Silva, C., Ferreira, A., Costa, L., Azevedo, H., Carvalho, M., Freitas, T., Chaves-Sousa, S., Cruz, J., Fernandes, I., Cosme, M. C., & Rodrigues, B. (2016). *Ainda estou a aprender: As tecnologias no apoio à avaliação e à intervenção nas dificuldades na aprendizagem da leitura*. Editora Lusoinfo Multimédia.

Roach, K., Tilley, E., & Mitchell, J. (2018) How authentic does authentic learning have to be?, *Higher Education Pedagogies, 3*(1), 495-509.

Rosa, R. S. S. (2019). *Prática de Ensino Supervisionada – Robótica: Uma abordagem educativa*. Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Educação de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Educação Pré-escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança.

Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. *Journal of Science Education and Technology*, *17* (1), 59-69.

Schafer, R. (1994). The Soundscape Designer. In H. Järviluoma (Ed.), Soundscapes: *Essays on Vroom and Moo*. Institute of Rhythm Music.

Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2007). A theory of learning for the mobile age. In R. Andrews, & C. Haythornthwaite (Eds.), *The Sage handbook of e-learning research* (pp. 221–247). Sage.

Schneider, J., Börner, D., van Rosmalen, P., & Specht, M. (2015). Augmenting the senses: A review on sensor-based learning support. *Sensors*, *15*(2), 4097-133.

Shuler, C. (2009). *Pockets of Potential: Using Mobile Technologies to Promote Children's Learning*. The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop.

Shuler, C., Winters, N., & West, M. (2013). *The future of mobile learning: implications for policy makers and planners*. Unesco.

Silva, A. F. (2009). *RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional* Tese de doutoramento. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Acedido em 2 de maio de 2021 em https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15128.

Silva, I., Marques, L., Mata, L., & Rosa, M. (2016). *Orientações curriculares para a Educação Pré-escolar*. Ministério da Educação (DGE).

Silva, M. J. (2021). *Exploração e resolução de problemas em Educação Ambiental, com uso conjunto dos sentidos humanos e de sensores eletrónicos*. (Sumário pormenorizado de Lição de Agregação na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias). Lisboa.

Silva, M. J., Lopes, J. B., & Silva, A. A. (2013). Using senses and sensors in the environment to develop abstract thinking – a theoretical and instrumental framework. *Problems of Education in the 21st century, 53,* 99-119.

Silva, M. J., & Rodrigues, M. (2020). Empowering In-Service Teachers to Support Students in Using Sensors to Address Environmental Problems. In A. Balderas, A. J. Mendes, & J. M. Dodero (Eds.), *Proceedings of the 22th International Symposium on Computers in Education*, 2733, paper 5.

Silva, M. J., & Ferreira, E. (2017). Abordagens corporizadas: género, sexualidades e tecnologias. In Joseli Maria Silva, Marcio Jose Ornat, & Alides Baptista Chimin Junior (Eds.), *Diálogos Ibero-Latino-Americanos sobre Geografias Feministas e das Sexualidades* (pp. 31-44). Todapalavra Editora Ltdª.

Silva, M. J., Almeida, A., Valente, B., Rodrigues, M. & Manteigas, V. (2017). Sensing Locally in the Global Environment: Using Sensors in Teachers' Education. *In Proceedings of IADIS International Conference Educational Technologies 2017 - ICEduTech: IADIS International Conference Educational Technologies 2017 - ICEduTech*, (pp. 166-170). IADIS.

Silva, M. J., Gomes, C. A., Pestana, B., Lopes, J. C., Marcelino, M. J., Gouveia, C., & Fonseca, A. (2009). Adding space and senses to mobile world exploration. In A. Druin (Ed.), *Mobile technology for children* (147-170). Morgan Kaufmann.

Sim-Sim, I., Silva, A. C., & Nunes, C. (2008). *Linguagem e comunicação no jardim-de infância*. Ministério da Educação.

Sim-Sim, I. (2014). *Avaliação da linguagem oral: Um contributo para o conhecimento do desenvolvimento linguístico das crianças portuguesas*. Fundação Calouste Gulbenkian.

Smoľáková, N., Švajda, J., Korómy, S., & Činčera, J. (2016). The Benefit of the GLOBE program for the Development of Inquiry Competence in the Czech and Slovak Contexts. International *Journal of Environmental and Science Education, 11* (16), 9507-9519.

van den Berg, E., Schweickert, F., & van den Berg, R. (2010). Science, sensors and graphs in primary schools. *Proceedings of the GIREP Conference 2010* (pp. 1-9).

Viana, F. L., & Sucena, A. (2019). O ensino da leitura: O outro lado do espelho. In A. P. R. Scherer & V. W. Pereira (Orgs.), *Afabetização: estudos e metodologias de ensino em perspectiva cognitiva* (pp. 17-44). EdiPUCRS.

Viana, F. L., & Ribeiro, I. (2017). *Falar, ler e escrever: Propostas integradoras para Jardim de Infância* (2ª Ed. revista). Lusoinfo Multimédia.

World Health Organization, Division of Mental Health (1994). *Life skills education for children and adolescents in schools*. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/63552

Zilli, S. R. (2004). *A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática*. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC. Acedido em 29 de abril de 2021 em https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86930

PRINCÍPIOS PEDAGÓGICO-DIDÁTICOS PARA A CONCEÇÃO DE RECURSOS EDUCATIVOS DIGITAIS: ANÁLISE DO RECURSO COZINHAR A APRENDER

Adriana Cardoso
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
Centro de Linguística, Universidade de Lisboa
António Almeida
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CICS.NOVA, Universidade Nova de Lisboa
Carolina Gonçalves
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CICS.NOVA, Universidade Nova de Lisboa
Susana Pereira
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Margarida Rodrigues
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa
Encarnação Silva
Escola Superior de Educação, Politécnico de Lisboa

https://doi.org/10.34629/ipl.eselx.cap.livros.159

Resumo

Neste capítulo, discutem-se princípios pedagógico-didáticos para a conceção de recursos educativos digitais que promovam situações de

* Estudo desenvolvido no âmbito do projeto Cozinhar a aprender: Recurso educativo digital para a promoção da integração curricular no 1.º Ciclo do Ensino Básico, financiado pelo Instituto Politécnico de Lisboa (IPL/2019/COZI_AP_ESELx).

aprendizagem inovadoras. Neste âmbito, destacam-se: (i) a criação de contextos significativos para a aprendizagem; (ii) a integração curricular; (iii) a implementação de um desenho instrucional de base construtivista; (iv) a promoção da autonomia do aluno; (v) a promoção do envolvimento e da motivação do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Estes princípios são mobilizados, no presente capítulo, na análise de um recurso educativo digital concreto (*Cozinhar a Aprender*), que visa promover o desenvolvimento integrado de competências (Português, Matemática, Estudo do Meio) no 1.º Ciclo do Ensino Básico a partir da exploração do género textual *receita culinária*.

Palavras-chave: integração curricular; interdisciplinaridade; educação digital; TIC; recurso educativo digital; 1.º Ciclo do Ensino Básico

Introdução

O desenvolvimento tecnológico das últimas décadas abriu um leque de possibilidades para a educação que urge explorar. Neste âmbito, torna-se relevante notar que o uso de tecnologias digitais em sala de aula não deve ser perspetivado como um fim em si mesmo, mas como um meio de promover práticas que possam efetivamente contribuir para a proclamada inovação na educação. Como referem Moreira e Schlemmer (2020):

> os computadores e a internet não são remédios instantâneos para currículos mais ou menos obsoletos, nem tão pouco camuflagens para as tradicionais instruções didáticas. A ênfase não está na tecnologia, sendo que esta atua como um ambiente promotor de redes de aprendizagem e conhecimento. O foco precisa estar nas condições que afetam a apropriação tecnológica, importando consigo um significativo incremento do sentido e da qualidade na educação (p. 6).

No âmbito do *Plano Ação para a Transição Digital* (Resolução do Conselho de Ministros n.º 30/2020, 2020) e, em particular do *Programa de Digitalização das Escolas*, prevê-se o desenvolvimento de diferentes ações, nomeadamente: (i) disponibilização de equipamentos individuais a alunos e professores; (ii) garantia de conectividade móvel gratuita para alunos e professores; (iii) acesso a recursos educativos digitais de qualidade; (iv) forte aposta no plano de capacitação digital de docentes. É precisamente neste contexto que se torna fundamen-

tal a discussão de princípios pedagógico-didáticos que possam não só orientar a conceção e desenvolvimento futuro de recursos educativos digitais, como também servir de indicadores de avaliação dos recursos atualmente disponíveis. A dimensão crítica e reflexiva em torno dos recursos disponibilizados até ao momento e das necessidades que se fazem sentir em contexto educativo é fundamental para uma eficaz ação neste domínio.

O presente capítulo propõe cinco princípios pedagógico-didáticos que devem nortear a elaboração de recursos educativos digitais, explanando-os a partir da análise de um recurso educativo digital concreto (*Cozinhar a Aprender*), que visa promover o desenvolvimento integrado de competências (Português, Matemática, Estudo do Meio) no 1.º Ciclo do Ensino Básico a partir da exploração do género textual *receita culinária*.

1. O recurso educativo digital Cozinhar a Aprender

1.1. Contextualização

O recurso educativo digital em foco no presente capítulo foi desenvolvido no âmbito do projeto *Cozinhar a Aprender: Recurso educativo digital para a promoção da integração curricular no 1.º Ciclo do Ensino Básico*, financiado pelo Instituto Politécnico de Lisboa[1].

Tomando como polo agregador a Escola Superior de Educação de Lisboa, o projeto mobilizou uma equipa multidisciplinar constituída por professores de 1.º Ciclo do Ensino Básico e professores de ensino superior nas áreas de Desenho e Produção Multimédia, Didáticas Específicas (Português, Matemática e Ciências da Natureza), Psicolinguística e Hotelaria.

Este projeto integra-se numa linha de investigação mais ampla (*Projeto RED.PT - Recursos Educativos Digitais para o Ensino e a Aprendizagem do Português no 1.º Ciclo do Ensino Básico*), que visa: (i) criar recursos educativos digitais para o ensino e a aprendizagem do Português no 1.º CEB; (ii) disponibilizar os recursos criados numa plataforma *online* de acesso livre, alojada na página institucional da Escola Superior de Educação de Lisboa; (iii) desenvolver investigação sobre a conceção, desenvolvimento e implementação de recursos educativos digitais no 1.º CEB[2].

[1] O recurso Cozinhar a Aprender encontra-se disponível em: https://redpt.pt/ Nos botões Sobre e Ficha Técnica, disponíveis no primeiro ecrã, é apresentada informação adicional sobre o recurso.
[2] Mais informação pode ser obtida no site do projeto, em: https://www.eselx.ipl.pt/investigacao/recursos/red-pt

O recurso *Cozinhar a Aprender* visa promover o desenvolvimento integrado de competências (português, matemática, estudo do meio) a partir da exploração do género textual *receita culinária*. A ideia subjacente ao desenvolvimento deste recurso é a de, por um lado, testar a transposição didática para suporte digital de metodologias reconhecidas como boa prática no ensino de língua, como é o caso do modelo didático do género textual (Schneuwly & Dolz, 2004) e da metodologia de laboratório gramatical (Costa et al., 2011, i.a.). Por outro lado, procura-se mobilizar o potencial das tecnologias digitais para a promoção da integração curricular.

1.2. Etapas de desenvolvimento do recurso

Para o desenvolvimento e produção do recurso digital *Cozinhar a Aprender,* adotou-se o modelo *Análise, Desenho, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação* (ADDIE) (Branch, 2009), especificamente concebido para a construção de recursos educativos e produção de projetos multimédia. Relativamente ao recurso em apreço, as fases de Análise, Desenho e Desenvolvimento encontram-se concluídas, estando em curso as etapas de Implementação e Avaliação, que envolvem a realização de testes de utilizadores e a avaliação heurística da usabilidade do recurso, levada a cabo por especialistas (Cardoso et al., 2021).

1.3. Percurso didático

O percurso didático implementado no recurso é composto por três etapas principais: contextualização; exploração da receita culinária; produção escrita (cf. Figura 1).

Figura 1
Roteiro do recurso educativo digital: Cozinhar a Aprender.

No módulo de contextualização, o utilizador entra no restaurante *Sabores Mágicos* e é recebido pela chefe Raquel Veloso. De forma a proporcionar um maior envolvimento com o universo da restauração, o utilizador é orientado para atividades sobre a farda de chefe de cozinha e sobre as tarefas de um chefe.

No módulo dedicado à exploração do género textual receita culinária, são propostas três atividades que promovem a articulação curricular (Português, Estudo do Meio e Matemática). Ao nível do português, são explorados: os elementos obrigatórios e opcionais da receita culinária (atividades 1 e 2); os quantificadores (atividade 3). Na Matemática, são exploradas: a representação e a interpretação de dados (atividade 1); a multiplicação, associada ao sentido combinatório (atividade 2) e ao raciocínio proporcional, envolvendo números fracionários (atividade 3). A multiplicação acaba por ser mobilizada também na atividade 1, tanto na fase de construção do pictograma como na fase da sua interpretação. No Estudo do Meio, são exploradas: a fruta da época (atividade 1) e a origem dos alimentos (atividade 3).

Por fim, no último módulo, o utilizador é desafiado a produzir uma receita escrita a partir de um registo audiovisual, o que permite a mobilização dos conhecimentos adquiridos ao longo do recurso.

2. Princípios pedagógico-didáticos

Nesta secção, são explicitados cinco princípios pedagógico-didáticos para a conceção de recursos educativos digitais que promovam situações de aprendizagem inovadoras: (i) a criação de contextos significativos para a aprendizagem; (ii) a integração curricular; (iii) a implementação de um desenho instrucional de base construtivista; (iv) a promoção da autonomia do aluno; (v) a promoção do envolvimento e da motivação do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Apesar de a articulação curricular ter sido o mote para o desenvolvimento do recurso, os restantes princípios nomeados foram igualmente tidos em conta durante o processo.

2.1. Criação de contextos significativos para desencadear a aprendizagem

Os recursos educativos digitais podem desempenhar um papel relevante na criação de contextos significativos de aprendizagem, dado

que permitem, a partir do recurso a diferentes linguagens mediáticas, a construção de cenários e personagens fictícias, que criam a ilusão de imersão num dado contexto real (Cardoso et al., 2019).

No caso específico da exploração de géneros textuais, os recursos educativos digitais permitem a recriação da esfera de ação humana em que os escritos circulam e ganham sentido, permitindo, assim, superar algumas das limitações físicas inerentes a contextos formais de ensino e aprendizagem.

Para a exploração do género textual receita culinária, o recurso *Cozinhar a Aprender* proporciona a imersão sensorial (visão e audição) num espaço virtual em que se vão desenrolar todas as atividades do recurso: o restaurante *Sabores Mágicos* (cf. Figura 2)

Figura 2
Recurso Cozinhar a Aprender: Ecrã inicial.

No ecrã inicial, é apresentada uma ilustração do exterior do restaurante e, à medida que o utilizador vai progredindo no recurso, vai acedendo a outros espaços: a sala de restaurante e a cozinha. O traço a preto e branco das ilustrações, em estilo de desenho manual, mantém-se ao longo do recurso, remetendo para uma linguagem que se aproxima do álbum ilustrado, no qual existe uma narrativa construída em torno de personagens (Cardoso et al., 2022). Foram adicionados ambientes sonoros que procuram conferir um tom intimista ao restaurante (e.g. música jazz com som de indivíduos a conversar), bem como, já no interior da cozinha, efeitos sonoros de manipulação de utensílios de cozinha para reforçar as ações da narrativa.

Ao longo do recurso, o utilizador é guiado por uma personagem, a chefe Raquel Veloso, que surge vestida a rigor com uniforme de chefe e que, com voz de timbre humano, vai dando as instruções e conduzindo o utilizador pelas diferentes etapas do recurso (Cardoso et al., 2022).

Figura 3
Recurso Cozinhar a Aprender: Chefe da Raquel Veloso.

É da conjugação destas diferentes linguagens mediáticas que emerge o contexto de restauração em que se pretende que as receitas culinárias exploradas e produzidas ganhem sentido.

2.2. Integração curricular

Uma gestão integrada e conectada do currículo promove a significância das aprendizagens (Beane, 2003), permitindo situá-las em contexto. Tal como sustentado por Morin (2001), situar o conhecimento no contexto é uma condição para o desenvolvimento de um conhecimento pertinente, que não mutila o seu objeto, potenciando o entendimento da realidade na sua unidade, complexidade e multidimensionalidade. Mendonça (2021, p. 90), referindo-se ao pensamento de Edgar Morin, lembra que "o que parece separado reenvia-nos, no fundo, à experiência da inseparabilidade".

É também esta perspetiva que encontramos no documento *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória* (Martins et al., 2017, p. 13), em que se explicita que é "através da gestão flexível do currículo e do trabalho conjunto dos professores e educadores sobre o currículo que é possível explorar temas diferenciados, trazendo a realidade para o centro das aprendizagens visadas". Também Jacobs (1989, citado por Vaz et al. 2016, p. 467) defende que "o currículo fragmentado que as

escolas frequentemente promovem se encontra separado da realidade e da natureza complexa dos problemas que enfrentamos no dia-a-dia", algo que naturalmente importa contrariar.

No recurso em análise, as atividades foram desenhadas de modo a integrarem naturalmente as três áreas disciplinares de português, matemática e estudo do meio. Assim, existiu a preocupação de se adotar uma abordagem em que a exploração dos conteúdos destas áreas fosse realizada em articulação, sem os compartimentar.

Neste contexto, é de destacar que o próprio género textual explorado no recurso (*receita culinária*) potencia a integração curricular. O conhecimento textual e linguístico requerido por este género textual ganha sentido quando integrado com conhecimentos/conteúdos da área da Matemática e do Estudo do Meio, como os números, medidas e capacidades, origem dos ingredientes e época da fruta, respetivamente (Cardoso et al., 2019, p. 198).

A título de exemplo, considere-se a abordagem proposta na Atividade 1 do recurso. Do ponto de vista do Português, pretende-se promover a descoberta do plano do texto da receita culinária, através da exploração da receita de *Sumo Multivitaminas* (cf. Figura 4).

Figura 4
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 1, plano do texto.

Partindo da ideia de que os sumos devem ser feitos preferencialmente com fruta da época, o utilizador é desafiado a responder a questões sobre a diversidade de frutas da época, em cada mês do ano, através da consulta de uma tabela com o calendário de frutas da época, apresentada na Figura 5 (conteúdo do Estudo do Meio).

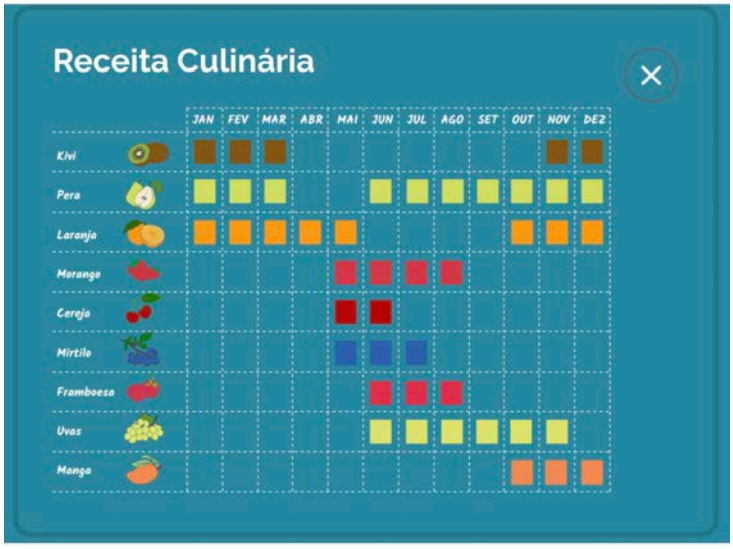


Figura 5
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 1, Calendário de frutas da época.

De seguida, o utilizador é interpelado a representar, através da construção de um pictograma, os dados apresentados na referida tabela, relativos à variável qualitativa meses do ano (cf. Figura 6). Sendo a fruta da época a unidade observacional, optou-se pela figura de um copo cheio de sumo para ilustrar duas frutas da época, de modo a relacionar-se de forma estreita com o contexto da receita, a qual pressupõe a mistura de frutas no sumo.

Figura 6
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 1, Pictograma de Frutas da Época.

Quando desafiado a interpretar o pictograma, o utilizador tem de atender simultaneamente a conteúdos das duas áreas. Por exemplo, para indicar o mês em que existe maior diversidade de frutas da época, o utilizador deverá associar maior diversidade a maior frequência absoluta, integrando conteúdos de Matemática (atender ao valor de

cada símbolo, mobilizando um raciocínio multiplicativo) e de estudo do meio (ter presente o mês como unidade de tempo e eventualmente refletir sobre a razão subjacente a uma maior diversidade num dado mês).

A atividade 2 do recurso *Cozinhar a Aprender* também permite ilustrar a implementação do princípio de integração curricular adotado. Nesta atividade, são apresentadas três receitas culinárias que o utilizador deve comparar, de forma a identificar os elementos obrigatórios (título, lista de ingredientes e modo de preparação) e opcionais (imagem, tempo de preparação, n.º de pessoas/doses, grau de dificuldade) da receita culinária (cf. Figura 7).

Figura 7
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 2, Três Deliciosas Receitas.

Centrando-se na receita dos *Barquinhos de Gelatina* (cf. Figura 8), o utilizador é desafiado a interpretar uma situação problemática associada às diferentes possibilidades de fazer barquinhos de gelatina, usando o sentido combinatório da multiplicação, conteúdo de matemática (cf. Figura 9).

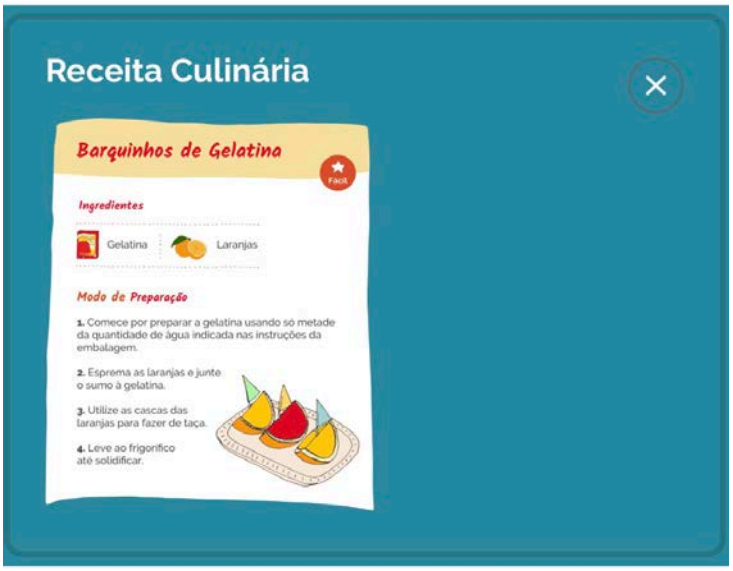


Figura 8
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 2, Barquinhos de Gelatina.

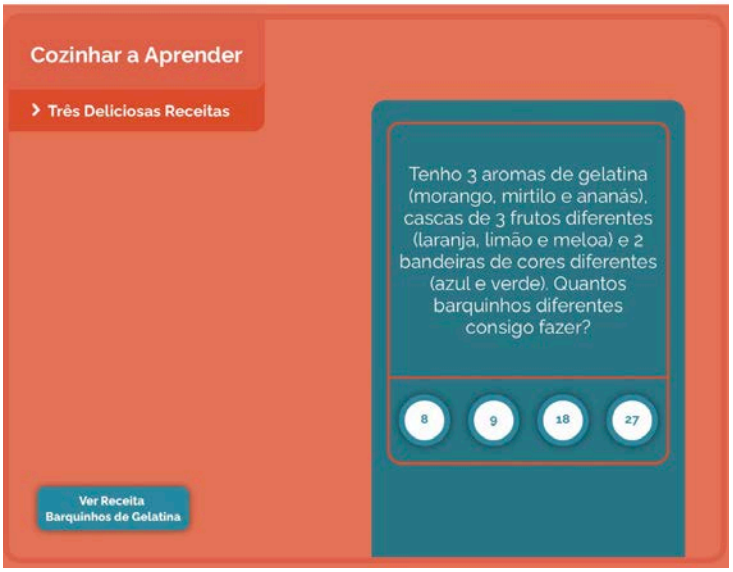


Figura 9
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 3, Barquinhos de Gelatina, desafio.

Por fim, é de registar que a abordagem integrada das três áreas curriculares é também considerada na conceção gráfica do recurso, na medida em que não há qualquer distinção gráfica ou sistema de cores que faça corresponder cada tarefa a uma das áreas curriculares.

2.3. Implementação de um desenho instrucional de base construtivista

Em muitos modelos pedagógicos que enformam o trabalho desenvolvido pela escola, a abordagem expositiva continua a ser a mais privilegiada. Assim, quando a escola recorre às tecnologias digitais, ainda que numa tentativa de inovar, acaba frequentemente por sobrevalorizar a componente transmissiva, não potenciando toda a plêiade de possibilidades que estas ferramentas oferecem.

Como consequência, a visão do aluno como recetor de informação e a visão da aprendizagem como resultado da transmissão da informação saem ainda mais reforçadas (Papert, 2001). Tal acontece quando se recorre às tecnologias digitais apenas como repositório de informação a que é preciso aceder, perpetuando-se a perspetiva de que aprender é transmitir conhecimentos, como preconizado pelas correntes behavioristas.

Num percurso pedagógico que se assume de matriz construtivista e até, em alguns momentos, de matriz socioconstrutivista, pretende-se que o aluno seja constantemente envolvido no processo de ensino e aprendizagem, construindo o seu próprio conhecimento. Tal pressupõe a criação de situações de ensino e aprendizagem em que é confrontado com problemas/desafios para os quais procura uma resposta, numa perspetiva de aprendizagem pela descoberta.

No recurso *Cozinhar a Aprender,* o utilizador é desafiado a construir conhecimento na área do Português, nomeadamente ao nível da descoberta das características do género textual receita culinária[3]. Numa abordagem meramente expositiva, o aluno deparar-se-ia, por hipótese, com uma listagem dos elementos que compõem a receita culinária. Em alternativa, na atividade 1, o utilizador é confrontado com um livro de receitas que caiu ao chão, tendo de ajudar a chefe Raquel Veloso a reorganizar uma das receitas (cf. Figura 10), através da associação dos conteúdos da receita às diferentes partes que a compõem (cf. Figura 2, repetida como Figura 11).

[3] Dado que este era um projeto piloto, a equipa assumiu que iria testar a criação de atividades de descoberta e de mobilização do conhecimento de forma sistemática apenas na área da língua portuguesa. As atividades propostas nas áreas da matemática e das ciências também desafiam os alunos para a construção de conhecimento, embora não obedeçam de forma tão sistemática à lógica de descoberta e mobilização de conhecimentos. Tal opção também se deveu à necessidade de não tornar o recurso excessivamente longo, o que complexificaria a gestão das tarefas de produção multimédia e programação.

Figura 10
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 1, Sumo Multivitaminas, ecrã inicial.

Figura 11
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 1, plano do texto.

Um percurso similar de descoberta é proposto na Atividade 2, em que se pretende que os alunos descubram quais são os elementos opcionais que compõem a receita culinária. Neste caso, o utilizador é confrontado com três receitas culinárias distintas, que terá de comparar de forma sistemática, a partir de indicadores fornecidos, de forma a identificar quais são os elementos opcionais da receita (cf. Figura 7, repetida como Figura 12). Através do recurso a *checkboxes*, o utilizador vai assinalando os elementos que estão presentes em cada uma das receitas em análise à medida que as vai analisando, recorrendo a botões que permitem avançar e recuar na visualização das diferentes receitas.

Figura 12
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 2, Três Deliciosas Receitas.

Depois de realizar estas atividades, o utilizador é confrontado com um ecrã com todos elementos que compõem a receita culinária, de forma a sistematizar aquilo que aprendeu (cf. Figura 13). Note-se que, nas atividades de língua portuguesa, se recorre ao contraste gráfico entre ecrãs para distinguir a etapa de sistematização de conhecimentos das atividades de descoberta, reforçando a função dos diferentes tipos de ecrã no processo de aprendizagem (Mayer, 2014).

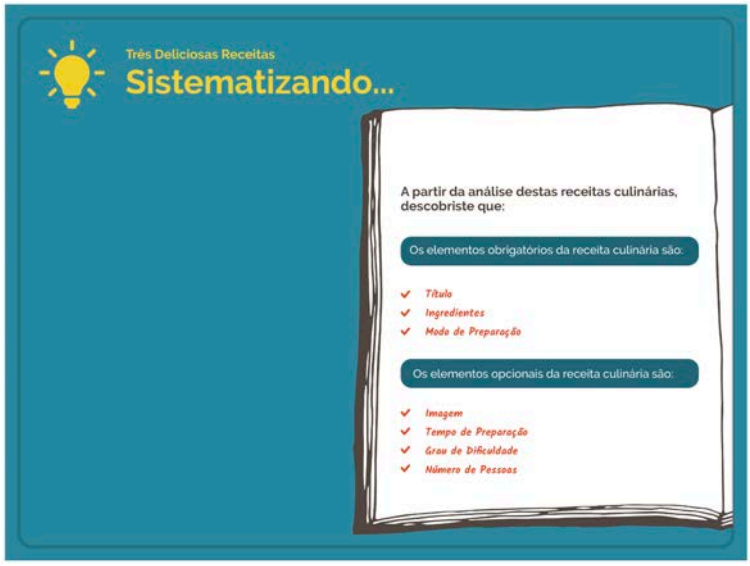


Figura 13
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 1, ecrã de sistematização.

Paradigmática a este respeito é também a abordagem que é implementada no recurso *Cozinhar a Aprender*, na atividade 3, para a desco-

berta da classe de palavras dos quantificadores numerais. Esta classe de palavras está envolvida na construção da referência dos nomes que ocorrem na lista de ingredientes das receitas culinárias. Como tal, o utilizador é confrontado com duas receitas (cf. Figura 14): uma receita real (com quantificadores numerais nos ingredientes, e.g. 1 cenoura) e uma receita fictícia, em que os quantificadores numerais foram substituídos por quantificadores existenciais (e.g. bastante cenoura). Após comparar as duas receitas, o utilizador é levado a concluir que apenas a receita que contém quantificadores numerais associados aos ingredientes permite realizar a receita com sucesso.

Figura 14
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 3, Receita de frango saudável.

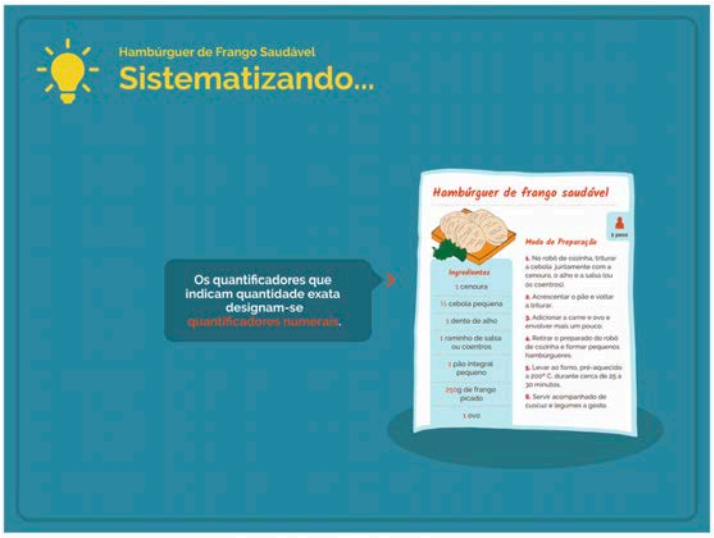


Figura 15
Recurso Cozinhar a Aprender: Atividade 3, ecrã de sistematização.

É a partir desta estratégia que a classe dos quantificadores é explorada pelos alunos. Mais uma vez, só depois desta atividade é apresentada a sistematização dos conteúdos (cf. Figura 15).

Por fim, é de destacar que o percurso didático proposto no âmbito da descoberta das características textuais da receita culinária culmina com a mobilização de conhecimentos adquiridos para a produção textual de um exemplar do género. Em concreto, o utilizador é desafiado a textualizar a receita culinária de uma sopa de legumes a partir da visualização de um vídeo que apresenta a receita. Para o efeito, preenche um formulário que integra os elementos que compõem a receita culinária (cf. Figura 16) e, no final, visualiza a receita paginada num template gráfico que procura reproduzir um livro de receitas culinárias (cf. Figura 17).

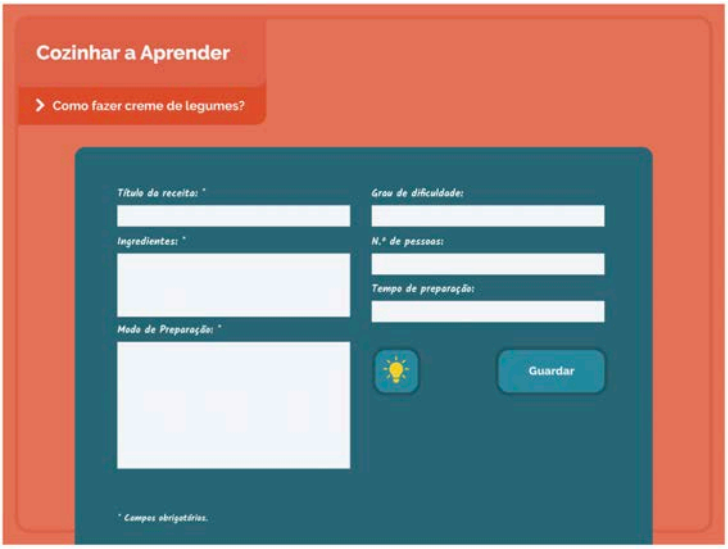


Figura 16
Recurso Cozinhar a Aprender: Produção escrita de receita culinária, formulário.

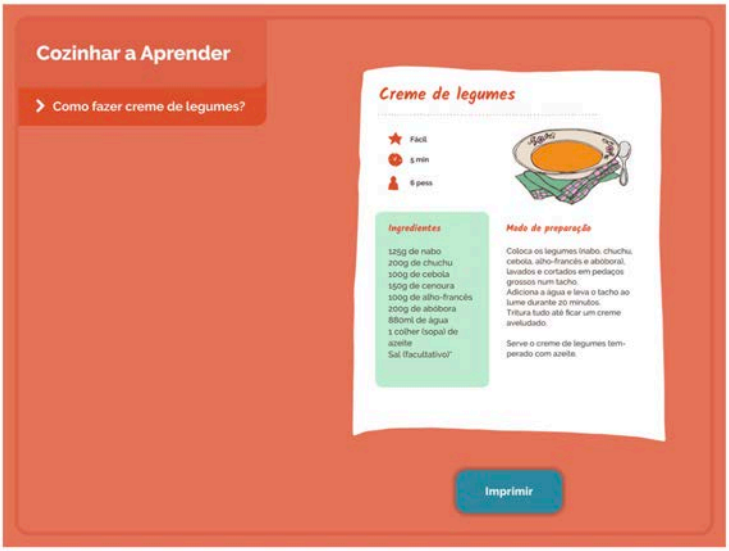


Figura 17
Recurso Cozinhar a Aprender: Produção escrita de receita culinária, visualização final.

Desta forma, a construção de conhecimento proposta no recurso (quer ao nível macro quer ao nível microtextual) favorece uma visão da língua em funcionamento, ultrapassando a habitual dissociação entre gramática, compreensão de leitura e expressão escrita.

2.4. Promoção da autonomia do aluno

Piaget (1936, 1975) refere que "aprender é construir "e o conhecimento não resulta de uma perceção, mas sim de uma ação. Vigotsky (1985) e Brunner (1996) vão um pouco mais além e acrescentam à "construção" a partilha e discussão com outros daquilo que é construído, dando à aprendizagem um sentido de real através das trocas de sentidos que ocorrem no seio das interações sociais e que podem resultar na melhoria do objeto construído e na alteração do estado do conhecimento de todos os envolvidos. Vigotsky (1978) traz também para a educação, o conceito de Zona de Desenvolvimento Próximo (ZDP). A ZDP pode ser entendida como o espaço que medeia entre o desenvolvimento da criança num dado momento, traduzido na capacidade que a criança tem de resolver problemas individualmente e o desenvolvimento potencial entendido como a capacidade que a criança tem de resolver problemas com a ajuda de outros mais capazes, sejam adultos, sejam os seus pares. Em ensino, trabalhar na ZDP significa ajudar o aluno a ir mais além, a ser mais autónomo, fornecendo-lhe, através de processos de mediação, os instrumentos de que ele necessita para aceder a patamares progressivamente mais elevados. Uma das estratégias mais eficazes a que se recorre para assegurar esta mediação é o uso de *feedback*.

No recurso educativo digital em análise, o utilizador recebe *feedback* constante sobre o seu desempenho, de forma a que possa desenvolver a sua autonomia e a consciência acerca do seu percurso de aprendizagem. Este *feedback* centra-se quer no produto, assumindo um cariz mais corretivo e informativo, quer no processo, assumindo um cariz mais orientador.

O *feedback* corretivo fornece informação sobre o sucesso/insucesso na realização das tarefas, recorrendo a estímulos sonoros, registo escrito, registo icónico e mensagens orais. De forma a motivar e valorizar o aluno, recorre-se também a mensagens de reforço positivo, como, por exemplo, Parabéns.

O *feedback* centrado no processo tem como objetivo fornecer pistas ao utilizador para a realização de algumas tarefas mais complexas. Nestes casos, coloca-se o enfoque no caminho a seguir para alcançar o sucesso na realização da tarefa. A título de exemplo, considere-se, no âmbito da Matemática, a situação problemática associada às diferentes possibilidades de fazer barquinhos de gelatina, que é apresentada na Figura 18. Caso o utilizador não acerte na resposta, surge um botão

com uma lâmpada que fornece uma ajuda para a resolução da atividade, propondo como estratégia a construção de um diagrama de acordo com o modelo apresentado (cf. Figuras 19-20).

Figura 18
Recurso Cozinhar a Aprender: atividade 2, enunciado de situação problemática.

Figura 19
Recurso Cozinhar a Aprender: atividade 2, ecrã com botão de ajuda.

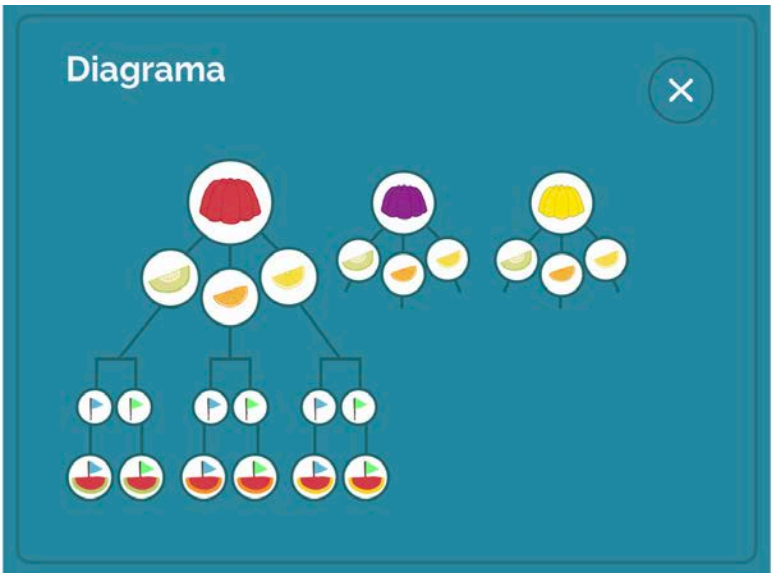


Figura 20
Recurso Cozinhar a Aprender: atividade 2, proposta de diagrama .

Com a implementação deste tipo de estratégia, pretende-se auxiliar, no ponto de vista metacognitivo, o raciocínio do aluno de forma a que este possa obter sucesso na realização da tarefa.

2.5. Promoção do envolvimento e da motivação do aluno no processo de ensino-aprendizagem

As estratégias de gamificação permitem associar a dimensão lúdica dos jogos computacionais concebidos para o puro entretenimento à aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de competências em diferentes áreas. De acordo com Zichermann e Cunningham (2011), os mecanismos encontrados em jogos funcionam como um motor motivacional do indivíduo, contribuindo para o seu envolvimento nas tarefas a realizar. Neste âmbito, os referidos autores destacam as estruturas de *feedback* e reforço, que já foram mencionadas na secção 3.4., assim como as estruturas de recompensa.

No Recurso *Cozinhar a Aprender*, são implementadas estratégias de recompensa, que se traduzem na atribuição de miniestrelas ao utilizador, que podem corresponder quer a uma pontuação atribuída globalmente pela superação de uma atividade (e.g. *A Farda de Chefe*), quer a uma pontuação que resulta da contabilização do número de itens a que o utilizador responde corretamente numa dada atividade (e.g. tarefa *Calendário de Fruta Época*). Recorrendo à metáfora da *slot machine,* o número de estrelas atribuídas vai rolando no ecrã (1..2..3), até chegar ao número final (cf. Figura 21).

O número de miniestrelas que cada utilizador ganha numa dada tarefa e os pontos acumulados que tem são apresentados ao utilizador de forma sistemática, no canto superior do ecrã (cf. Figura 22), de forma a que este se mantenha informado acerca do seu desempenho no recurso (Cardoso et al., 2022).

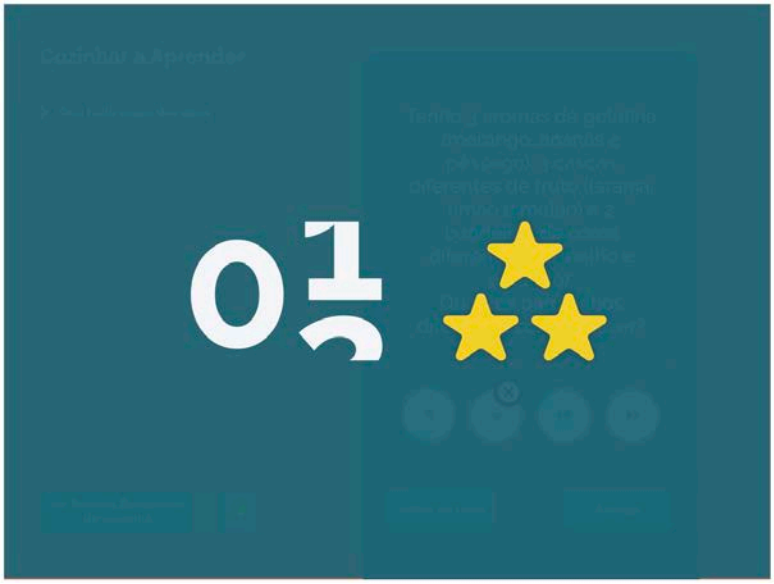


Figura 21
Recurso Cozinhar a Aprender: ecrã de atribuição de miniestrelas.

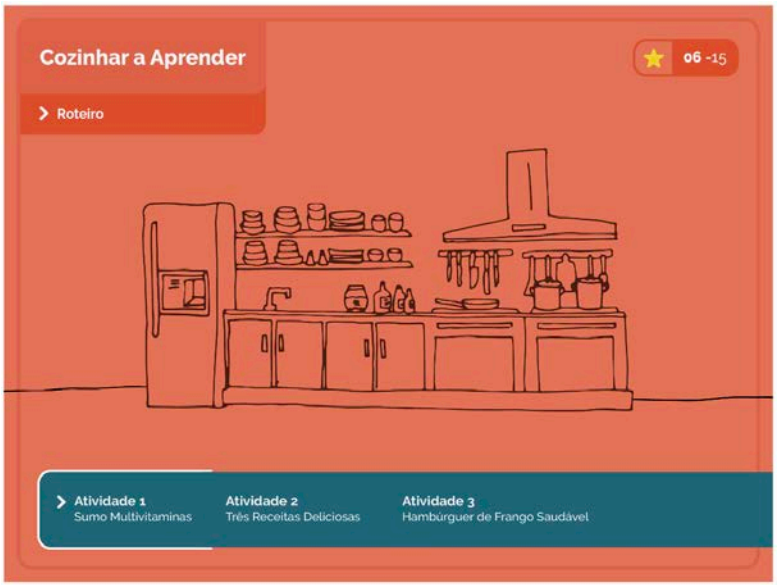


Figura 22
Recurso Cozinhar a Aprender: acumulação de pontos.

Considerações finais

O presente capítulo apresenta cinco princípios pedagógico-didáticos que devem orientar a conceção e desenvolvimento de recursos educativos digitais: (i) a criação de contextos significativos para as aprendizagens; (ii) a integração curricular; (iii) a implementação de um desenho instrucional de base construtivista; (iv) a promoção da autonomia do aluno; (v) a promoção do envolvimento e da motivação do aluno no processo de ensino-aprendizagem.

Estes princípios são mobilizados, no presente capítulo, na análise de um recurso educativo digital concreto (*Cozinhar a Aprender*), que visa promover o desenvolvimento integrado de competências (Português, Matemática, Estudo do Meio) no 1.º Ciclo do Ensino Básico a partir da exploração do género textual *receita culinária*.

Em primeiro lugar, é de destacar que estes princípios não são estanques, estando relacionados em si, precisamente porque deles emerge uma visão consistente e coerente do processo de ensino e aprendizagem. Por outro lado, saliente-se que estes princípios não são específicos do contexto *online*, ainda que as suas especificações e formas de implementação possam divergir em função do contexto em que são implementados. O diálogo entre o presencial e o *online* é fundamental para a transição digital em curso. Por isso se assumiu que, para o desenvolvimento do recurso digital *Cozinhar a Aprender*, seria testada a transposição para contexto digital de metodologias reconhecidas como boas práticas na área das didáticas específicas. Tal é o caso do modelo didático do género textual (Schneuwly & Dolz, 2004) e da metodologia de laboratório gramatical (Costa et al., 2011, i.a.), que guiaram a conceção das atividades na área do português.

Por fim, é de notar que esta é uma proposta que decorre da experiência da equipa de investigação no desenvolvimento de um recurso educativo digital específico (*Cozinhar a Aprender*). Existem outros princípios pedagógico-didáticos importantes a ter em conta na implementação de práticas digitais de qualidade que não foram explorados neste recurso, entre os quais se destaca a promoção do trabalho colaborativo. Esta será uma dimensão a explorar em futuros projetos desta equipa de trabalho, de forma a enriquecer o potencial educativo dos recursos educativos digitais a elaborar.

Referências

Alsumait, A., & Al-Osaimi, A. (2010). Usability heuristics evaluation for child e-learning applications. *Journal of Software, 5*(6), 654-661.

Beane, J. A. (2003). Integração curricular: A essência de uma escola democrática. *Currículo sem Fronteiras, 3*(2), 91-110.

Branch, R. M. (2009). Instructional Design: *The ADDIE Approach*. Springer.

Cardoso, A., Rodrigues, R. P., Paulos, B., Gonçalves, C., Pereira, S., & Silva, E. (2019). A receita culinária: Recurso educativo digital para o desenvolvimento de competências textuais e linguísticas no 1.º CEB. In *Percursos de Interdisciplinaridade em Português: dos projetos às práticas* (pp. 193-208). APP.

Cardoso, A., Souza, J., Rodrigues, R. P., & Palma, N. (2021). Ciclo de desenvolvimento de um recurso educativo digital para o 1.º Ciclo do Ensino Básico. *Indagatio Didactica*, *13*(5), 125-141.

Cardoso, A., Rodrigues, R. P., Souza, J., & Palma, N. (2022). Design de um recurso educativo digital para os primeiros anos de escolaridade. In N. M. León, B. P. Acuña, & M. E. S. Moya (Coord.), *Docencia 2.0 y 3.0* (pp. 113-124). Tirant Humanidades.

Costa, J., Cabral, A. C., Santiago, A., & Viegas, F. (2011). *Guião de Implementação do Programa de Português do Ensino Básico: Conhecimento explícito da língua*. Ministério da Educação, Direção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.

Martins, G. (Coord.), Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., Encarnação, M. M., Horta, M. J., Calçada, M. T., Nery, R. & Rodrigues, S. (2018). *Perfil dos alunos à saída da Escolaridade Obrigatória*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação (DGE).

Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press.

Mendonça, J. T. (2021, 2 de julho). Edgar Morin. *A Revista do Expresso,* p. 90.

Moreira, J. A., & Schlemmer, E. (2020). Por um novo conceito e paradigma de educação digital onlife. *Revista UFG, 20*, DOI: 10.5216/REVUFG.V20.63438

Morin, E. (2001). L' enseignement des connaissances. In Fundação Calouste Gulbenkian (Ed.), *Novo Conhecimento, Nova Aprendizagem* (pp. 25-33). Fundação Calouste Gulbenkian.

Papert, S. (2001). Change and resistance to change in education. Taking a deeper look at my school hasn't change. In Fundação Calouste Gulbenkian (Ed.), *Novo Conhecimento, Nova Aprendizagem* (pp. 61-70). Fundação Calouste Gulbenkian.

Schneuwly, B., & Dolz, J. (Eds.). (2004). *Gêneros orais e escritos na escola*. Editora Mercado de Letras.

Vaz, O. Almeida, A., & Gonçalves, C. (2016). PBL Methodology: Enhancing Science and Mother Tongue Integration. In *New Perspectives in Science Education –Conference Proceedings* (pp. 466-470). Libreria Universitaria.

Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media.

CIÊNCIAS SOCIAIS E COMPETÊNCIAS PARA UMA CULTURA DA DEMOCRACIA: A CONSTRUÇÃO PARTICIPADA DE UMA CIDADANIA CRÍTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Maria João Barroso Hortas
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa,
Laboratório Associado TERRA, CEG/IGOT-ULisboa
Alfredo Gomes Dias
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa,
Laboratório Associado TERRA, CEG/IGOT-ULisboa

https://doi.org/10.34629/ipl.eselx.cap.livros.160

Resumo

Pensar a formação inicial de professores para responder aos desafios que se colocam à sociedade contemporânea significa preparar os futuros docentes para refletirem criticamente sobre a sua prática na perspetiva do desenvolvimento de Competências para uma Cultura da Democracia.

Este desafio é assumido na formação que realizamos na Escola Superior de Educação, Politécnico de Lisboa, embora ainda de uma forma pouco consistente: no primeiro e segundo ciclos de formação, continuamos a identificar muitas fragilidades na prática docente direcionada para a promoção de valores, atitudes, capacidades, conhecimento e pensamento crítico, na perspetiva da construção de uma cidadania democrática.

Perante este problema, e no contexto do projeto europeu Embedding a Democratic Culture Dimension in Teacher Education Programmes (EDCD-TEP), inserido no Programa *DISCO – Democratic and Inclusive School Culture in Operation (DISCO) EU/CoE Joint Programme for international co-operation projects*, reformulámos o plano de formação previsto na unidade curricular *Sociedade, Cultura e Território,* do Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Português e História e Geografia de Portugal no 2.º Ciclo do Ensino Básico.

A complexidade do tema e o repensar das abordagens pedagógicas e didáticas na sala de aula cruzam-se com a necessidade de compreender a totalidade da realidade social, a qual exige a disponibilidade para mobilizar diferentes disciplinas dentro do campo das Ciências Sociais. Partindo desta perspetiva interdisciplinar e da matriz de Competências para uma Cultura da Democracia do Conselho da Europa (2016b), os estudantes a frequentar a unidade curricular de *Sociedade, Cultura e Território* identificaram um conjunto de situações problema emergentes de contextos de sala de aula e definiram problemáticas, objetivos e conteúdos para desenvolver em grupo uma investigação que os conduzisse na construção de conhecimento capaz de responder a uma problemática previamente definida. Este conhecimento foi posteriormente mobilizado para planificar um projeto pedagógico-didático, a desenvolver com alunos de 1.º ou 2.º CEB.

Neste texto, propomo-nos compreender de que modo a vivência de processos participativos de gestão do currículo, pelos estudantes durante a sua formação inicial, permite desenvolver competências de cidadania crítica e democrática que mobilizam, posteriormente, para a sua prática docente. Metodologicamente, recorremos à análise de conteúdo dos projetos pedagógico-didáticos construídos pelos estudantes e dos registos escritos das dinâmicas implementadas, quer presencialmente, quer online.

Dos resultados obtidos salienta-se: 1) o desenvolvimento de competências para a construção de uma cidadania democrática pelos estudantes; 2) a identificação de um marco teórico de referência para a compreensão das Competências para uma Cultura da Democracia; 3) a valorização de metodologias participativas, enquanto vetor indispensável para a formação de professores comprometidos com uma cultura da democracia.

Introdução

No âmbito da participação no projeto europeu Embedding a Democratic Culture Dimension in Teacher Education Programmes (EDCD-TEP), inserido no Programa *DISCO – Democratic and Inclusive School Culture in Operation (DISCO) EU/CoE Joint Programme for international co-operation projects*, os docentes da Escola Superior de Educação de Lisboa (ESELx) nele envolvidos iniciaram um processo de mudança nos currículos e práticas de formação no domínio das Ciências Sociais, no Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Português e História e Geografia de Portugal no 2.º Ciclo do Ensino Básico (MPHGP).

No âmbito da unidade curricular (UC) de Sociedade, Cultura e Território (SCT), do 1.º ano, no 2.º semestre do ano letivo de 2020-2021, introduziram-se mudanças nas competências a desenvolver pelos estudantes, no quadro concetual e nas estratégias de sala de aula, tendo por referência o modelo de Competências para uma Cultura da Democracia (CCD) definido pelo Conselho da Europa, em 2016.

O estudo que agora se apresenta incide sobre esta experiência que se desenvolveu em 2020-2021 e que, com base nos resultados alcançados, nos propomos continuar nos próximos anos, potenciando a sua pluralidade disciplinar, a partir da História e da Geografia, e colocando o acento técnico nas complementaridades entre estas duas áreas do saber.

Os objetivos investigativos definidos centram-se na análise (i) dos processos de reformulação da UC vividos pelos estudantes; (ii) da participação dos estudantes no desenho dos diferentes projetos pedagógico-didáticos, a partir das CCD; (iii) das propostas de projetos concebidas pelos estudantes; e, (iv) da reflexão final feita pelos estudantes através de um processo de avaliação participado. Metodologicamente, para concretizar estes objetivos, recorremos à análise de conteúdo dos produtos dos estudantes (projetos pedagógico-didáticos) e dos registos escritos das dinâmicas implementadas, quer presencialmente, quer online.

Na apresentação deste estudo começamos por uma breve síntese sobre as CCD tal como foram definidas pelo Conselho da Europa e o projeto EDCD-TEP, seguindo-se o enquadramento da unidade curricular de SCT no plano de estudos da formação inicial de professores que se encontra implementado na ESELx. Após a definição das linhas metodológicas, apresenta-se uma descrição e análise do processo de (re)

construção da UC, sublinhando o papel ativo dos estudantes nas suas diferentes fases. A análise dos projetos desenvolvidos aproximou-nos das CCD que os estudantes privilegiaram, permitindo inferir as suas preocupações em relação à realidade social que os envolve. Finalmente, detemo-nos na análise crítica das modalidades e técnicas de avaliação implementadas, refletindo sobre a sua coerência com uma prática centrada no desenvolvimento de CCD.

1. Embedding a Democratic Culture Dimension in Teacher Education Programmes (EDCD-TEP): o projeto e as CCD

Desde 1974 que a educação tem assumido um papel de destaque na formação cidadã das crianças e dos jovens que passam pelo sistema educativo em Portugal. Esta perspetiva encontra-se, desde logo, plasmada no texto da Lei de Bases do Sistema Educativo, aprovado pela Assembleia da República em 1986. Os contornos desta formação assumiram diferentes formas ao longo dos últimos 45 anos, transportando consigo a exigência de uma formação de professores promotora do desenvolvimento de competências para o exercício de uma cidadania democrática.

1.1. O nascimento de uma "cultura da democracia"

A responsabilidade pela promoção de uma educação democrática insere-se num processo iniciado em 2005, quando a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou o *World Programme for Human Rights Education*. Na sequência deste programa, o Conselho da Europa recomendou aos estados-membros a adoção de medidas que visassem uma educação direcionada para a promoção da Democracia e dos Direitos Humanos.

A centralidade da educação e da promoção dos Direitos Humanos, da Democracia e do Estado de Direito surge de forma explicita na *Council of Europe Charter on Education for Democratic Citizenship and Human Rights Education* (2010). Neste texto orientador definem-se os conceitos fundamentais da "education for democratic citizenship and human rights education – *EDC/HRE":*

> Education for democratic citizenship means education, training, awareness raising, information, practices and activities which aim, by equipping learners with knowledge, skills and understanding and developing their attitudes and behaviour,

> to empower them to exercise and defend their democratic rights and responsibilities in society, to value diversity and to play an active part in democratic life, with a view to the promotion and protection of democracy and the rule of law (Council of Europe, 2010, p. 7).

> Human rights education means education, training, awareness raising, information, practices and activities which aim, by equipping learners with knowledge, skills and understanding and developing their attitudes and behaviour, to empower learners to contribute to the building and defence of a universal culture of human rights in society, with a view to the promotion and protection of human rights and fundamental freedoms (Council of Europe, 2010, p. 7).

Desde então a EDC/HRE foi considerada como uma área de formação que devia ser entendida numa lógica de desenvolvimento de competências, não se reduzindo a uma área de informação/conhecimento mas, essencialmente, promovendo o desenvolvimento de capacidades, atitudes e valores com o objetivo de "to encouraging active participation in society and defence of human rights" (Council of Europe, 2010, p. 30). Este conceito foi explicitado em 2016 quando se definiu competência como "the ability to mobilise and deploy relevant values, attitudes, skills, knowledge and/or understanding in order to respond appropriately and effectively to the demands, challenges and opportunities that are presented by a given type of context" (Council of Europe, 2016b, p. 23).

Ainda nas recomendações de 2010, o Conselho da Europa deixou expressa a ideia de que sem uma formação direcionada para professores e para outros agentes que intervêm no sistema educativo de cada país não seria possível alcançar os seus objetivos. "This provision emphasises the importance of training, not only of teachers, but also of those who train the teachers" (Council of Europe, 2010, p. 32). Deste modo, assumia-se a necessidade das instituições de ensino superior, vocacionadas para a formação inicial de professores, integrarem nos seus planos de formação o desenvolvimento de competências que contribuíssem, na Europa, para a construção de uma cultura da democracia.

Promover e educar para consolidar e aprofundar uma cultura democrática é uma necessidade cada vez mais exigente e urgente, tendo em conta os desafios que hoje se colocam ao mundo e, mais concretamen-

te, à Europa: os movimentos migratórios e a diversidade cultural nas sociedades europeias, o racismo e a xenofobia, o acelerar constante do desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação e, no seu conjunto, o fenómeno da globalização. Neste contexto, não é possível silenciar as tentativas para fazer recuar a Democracia, ignorar os Direitos Humanos e pôr em causa o Estado de Direito: "young, radicalised Europeans who have been brainwashed into turning their back on democratic life and waging war on their fellow citizens. Such extremism can only take root when young minds have not been taught to understand diversity, rather than to fear it, and when young people struggle to think critically, for themselves" (Council of Europe, 2016b, p. 7).

Após 2010, a Europa e as suas diferentes organizações, em particular o Conselho da Europa, continuaram a trabalhar no sentido de encontrar uma resposta para este desafio, mantendo como uma das suas prioridades a mobilização dos sistemas educativos de cada país para o desenvolvimento de competências orientadas para o exercício de uma prática cidadã ativa e crítica. Deste modo, educação e democracia aparecem como dois conceitos integrados num quadro de competências que cada cidadão europeu deve ser capaz de mobilizar no seu quotidiano. Reside aqui, em grande medida, a justificação para se utilizar não apenas o conceito de democracia, mas introduzir e afirmar o conceito de cultura da democracia "to emphasise the fact that, while democracy cannot exist without democratic institutions and laws, such institutions and laws cannot work in practice unless they are grounded in a culture of democracy, that is, in democratic values, attitudes and practices" (Council of Europe, 2016b, p. 9).

Reconhecendo a urgência de promover as competências (no plural) que constituem os recursos que cada cidadão (valores, atitudes, capacidade e conhecimentos) pode mobilizar para responder a um vasto e diversificado leque de situações problemáticas do seu quotidiano, o Conselho da Europa avançou com um modelo conceptual que explicita essas competências (cf. Figura 1).

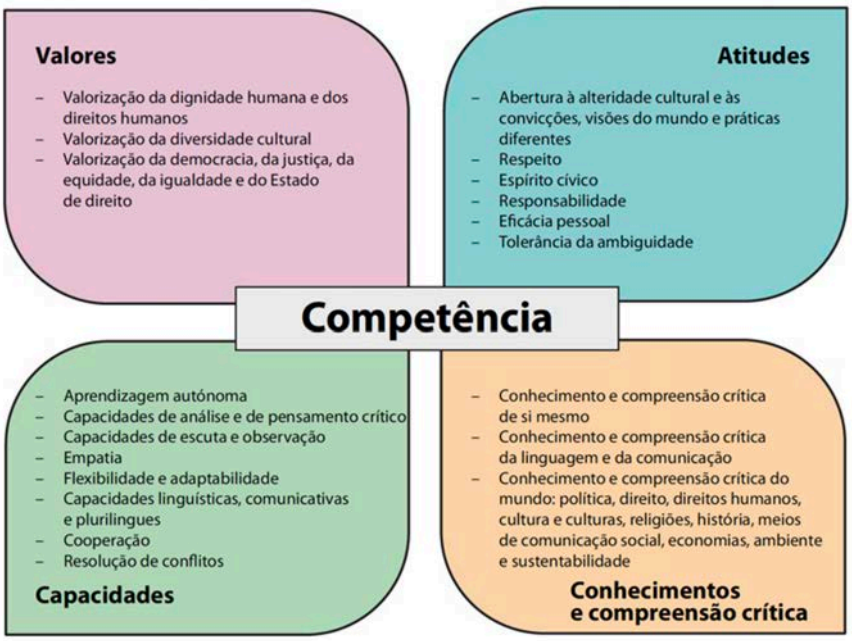


Figura 1
As 20 Competências para uma Cultura da Democracia (CCD).

Nota: Conselho da Europa, 2016a, p. 11.

As vinte competências que estão na base de uma educação para a cultura da democracia apresentam-se em quatro dimensões: *valores, atitudes, capacidades e conhecimento e compreensão crítica:*

- os **valores** incidem sobre os Direitos Humanos e, numa visão mais global, na dignidade humana, assumindo a diversidade cultural como um valor em si mesmo, mas associado à justiça e democracia, igualdade e estado de direito;

- as **atitudes** apelam a uma abertura ao "outro", integrando a diferença e garantindo o respeito e a *tolerance of ambiguity*;

- as **capacidades** incluem oito competências, revelando a sua importância neste quadro global, com destaque para a autonomia e o pensamento crítico, assim como a flexibilidade, a comunicação, a cooperação e a resolução de conflitos;

- o **conhecimento e compreensão crítica**, associados à cultura da democracia, parte do conhecimento de si próprio e passa pela compreensão de diferentes linguagens de comunicação até temáticas mais globais que visam interpretar o mundo em que vivemos, como a política, leis, direitos humanos, cultura e religião, história e economia, o meio e a sustentabilidade.

É neste modelo conceptual que se alicerça o programa DISCO e que se concebeu e implementou o projeto Embedding a Democratic Culture Dimension in Teacher Education Programmes (EDCD-TEP), cuja implementação na Escola Superior de Educação é objeto de análise neste artigo, em particular numa das linhas de investigação-ação que implicou mais diretamente os estudantes do MPHGP.

1.2. Educação e formação de professores para uma cidadania crítica

O desenvolvimento de competências para o exercício de uma cidadania crítica e democrática é uma tarefa de toda a sociedade e de toda a escola. No entanto, no trabalho de investigação sobre políticas e práticas de formação em que a equipa do projeto EDCD-TEP esteve envolvida, destacou-se o contributo do ensino e aprendizagem das Ciências Sociais para a promoção daquelas competências.

As Ciências Sociais assumem hoje um papel central na formação de crianças e jovens competentes para o exercício de uma cidadania crítica, participando nos problemas que fazem parte do seu quotidiano. Tal só é possível se nos afastarmos de uma abordagem positivista e tradicional e se, em alternativa, considerarmos que o ensino e aprendizagem das Ciências Sociais se deve basear em problemas sociais relevantes ou em questões socialmente vivas (Pagès & Santisteban, 2011).

Estes estudos apontam para a possibilidade e a necessidade da escola se mobilizar no sentido de desenvolver competências sociais para uma cidadania comprometida e crítica, baseadas no pensamento crítico e na busca de soluções para os problemas sociais (Pagès & Santisteban, 2011). É este o caminho que tem orientado diferentes experiências no ensino da Geografia em Portugal com projetos que definiram como finalidade promover a reflexão, investigação e intervenção em torno de problemas identificados no meio próximo dos alunos (Claudino & Hortas, 2015; Claudino et al. 2019). Esta abordagem, a partir dos problemas sociais e ambientais que a todos afetam, promove o desenvolvimento do raciocínio geográfico, fundamental na formação de cidadãos responsáveis e geograficamente competentes, pois desafia os alunos a: (i) formular perguntas; (ii) estabelecer conjecturas e hipóteses; (iii) questionar criticamente a informação com que se deparam (Cachinho, 2000).

No capítulo da História (área do conhecimento identificada no esquema de competências do Conselho da Europa), é hoje reconhecido que o seu ensino tem uma finalidade cívica e cidadã (Pagès & Santis-

teban, 2011): "la finalidad principal de la enseñanza y del aprendizaje de la historia, es su contribución a la preparación de los alumnos y de las alumnas de la escuela obligatoria para que se conviertan en ciudadanos activos de una sociedad democrática" (Pagès, 2012, p. 5). Esta finalidade do ensino da História deverá desenvolver as seguintes competências: (i) interrogar a realidade social numa perspetiva histórica; (ii) interpretar a realidade social, mobilizando o método histórico; (iii) construir uma consciência cidadã com o apoio do pensamento histórico (Pagès, 2012).

A importância da educação para uma cidadania democrática encontra-se no centro da investigação que as equipas participantes no projeto EDCD-TEP (UAB, MMU e ESELx) têm desenvolvido. Trata-se de uma área de investigação particularmente complexa, na medida em que exige, não apenas a opção por metodologias ativas de ensino e aprendizagem, mas também a seleção e organização de conteúdos e conceitos que incidam sobre questões que emergem do contexto das sociedades atuais (Santisteban, 2012; Pagès & Garcia, 2020). Assim, reconhecemos que a educação para uma cultura da democracia implica a capacidade de mobilizar o conhecimento e a análise crítica em diferentes escalas espaciais e temporais. Esta perspetiva mais globalizante ganha uma nova dimensão quando entendemos que o exercício dessa cidadania deve ser estimulado, não só ao nível local e nacional, mas também no contexto da realidade europeia. Por isso, as CCD fazem parte da formação de uma cidadania global.

> Global citizens are, therefore, not only concerned about the rights and well-being of their own community and country but also about the rights and well-being of all people and the wider global community (…) global citizenship promotes the concept of citizens as active and informed participants in all aspects of life – political, economic, social and cultural – rather than as passive individuals who uncritically follow and obey societal norms, rules and laws (Swee-Hin, Shaw & Padilla, 2017, p. 15).

2. Sociedade, Cultura e Território no MPHGP

O plano de estudos do MPHGP integra três unidades curriculares obrigatórias do âmbito das Ciências Sociais, num total de 14,5 créditos: *Didática da História e da Geografia no 1.º e no 2.º CEB; Sociedade Cultura e Território (SCT) e Temas da História e da Geografia de Portugal*.

A unidade curricular SCT, com 4,5 créditos, é lecionada no 1.º ano do curso, integrando uma forte componente investigativa e mobilizando de forma integrada conhecimentos, métodos e técnicas próprios da História e da Geografia.

A ficha de unidade curricular (FUC) de *Sociedade, Cultura e Território* insere-se no plano de estudos do MPHGP, procurando-se desenvolver nos estudantes as competências para uma cultura da democracia:

> A. Problematizar a realidade social numa perspetiva critica, integrada e totalizante, no quadro de uma cidadania global que valoriza os direitos humanos.
> B. Desenvolver um processo de análise histórico-geográfica a partir da construção de um quadro conceptual e metodológico, e de uma problemática previamente definida.
> C. Mobilizar o campo das Ciências Sociais, História e Geografia, para desenvolver o pensamento critico em torno de problemas sociais relevantes, no quadro das competências para uma cidadania democrática.
> D. Refletir e conceber propostas de ensino promotoras do desenvolvimento de competências de cidadania democrática em sala de aula.
> E. Construir um discurso analítico, crítico e reflexivo, sustentado em processos investigativos emergentes da prática pedagógico didática experienciada.
>
> (FUC de *Sociedade, Cultura e Território,* 2020-21)

Para o desenvolvimento destas competências, os estudantes foram desafiados a construir um projeto pedagógico didático (PP-D) para o estudo de "questões sociais relevantes" (QSR), seguindo os quatro pontos fundamentais definidos no guião de trabalho: (i) construção de um quadro teórico de referência e identificação de conceitos chave; (ii) integração das CCD no estudo de QSR; (iii) construção de um projeto de ensino e aprendizagem para uma sala de aula do Ensino Básico (6-12 anos), no âmbito das disciplinas do Estudo do Meio (6-10 anos), História e Geografia de Portugal (10-12 anos) ou Cidadania e Desenvolvimento (6-12 anos); (iv) construção de um recurso para apresentação do projeto ao grupo turma.

3. Metodologia

O presente estudo resulta de uma experiência realizada no 2.º semestre, do ano letivo de 2020-2021, na turma do 1.º ano do MPHGP, na unidade curricular de SCT, com uma duração de 40,5 horas.

A análise crítica sobre este trabalho realizado na ESELx constituiu-se como um processo de reflexão sobre a prática dos docentes responsáveis pela lecionação desta UC, tendo por finalidade introduzir, na formação inicial de professores da ESELx, o modelo de CCD definido pelo Conselho da Europa.

Tendo em consideração que as sessões se realizaram num modelo misto – online e presencial – foi redobrada a preocupação em introduzir uma recolha sistemática de dados ao longo planificação e implementação desta UC.

A gravação em registo vídeo/áudio das sessões online e de algumas sessões presenciais permitiu reunir a informação necessária para realizar uma análise de conteúdo, sobre as intervenções de todos os participantes – estudantes, docentes e especialistas convidados – no processo de reformulação da unidade curricular de SCT e, ainda, na conceção dos projetos pedagógico-didáticas (PP-D) da responsabilidade de cada grupo de trabalho, ao longo das sessões.

A análise destes trabalhos finais, a partir de uma grelha de (auto) avaliação construída de forma participada, possibilitou a identificação (i) dos conhecimentos construídos nos diferentes processos investigativos, (ii) da integração das CCD nas propostas didáticas concebidas em torno de questões sociais relevantes, e (iii) da contextualização destas propostas no quadro dos currículos do Ensino Básico e do meio sociocultural dos alunos a quem se dirigiam. A grelha de (auto)avaliação reuniu um conjunto de indicadores, propostos pelos estudantes numa sessão organizada para este efeito, os quais foram avaliados, pelos grupos de trabalho e pelos docentes, recorrendo a uma escala de Likert. Para além dos dados recolhidos a partir desta grelha de (auto) avaliação, reuniram-se os registos de observação do acompanhamento tutorial aos PP-D produzidos por cada um dos seis grupos de trabalho em que a turma se organizou.

A análise de conteúdo estendeu-se à produção escrita, individual e coletiva, dos estudantes, nas duas últimas sessões da UC, dedicadas

exclusivamente à avaliação dos PP-D e de todo o processo formativo realizado nesta edição da unidade curricular de SCT.

4. A construção participada de uma UC

A consolidação de sociedades democráticas exige leis e instituições que garantam o seu funcionamento e, simultaneamente, a construção de uma "cultura da democracia", entendida como um conjunto de valores, atitudes, capacidades e saberes, isto é, competências orientadas para o exercício de uma prática democrática no contexto de uma determinada comunidade/sociedade (Conselho da Europa, 2016).

A história da ideia/prática de cidadania tem alimentado o estudo e a reflexão em torno das suas duas componentes: (1) as leis e instituições que regulam o funcionamento de qualquer sociedade democrática; (2) a participação na construção de sociedades democráticas, contextualizada nas mudanças políticas, económicas, sociais e culturais, que se registam no seu seio (Bárcenaet al., 1999; Council of Europe, 2016b).

Se o quadro legal e institucional nos ajuda a conhecer a realidade político-institucional em que nos encontramos, o exercício de uma prática democrática aponta o caminho para uma sociedade que ainda não existe, mas à qual expiramos. Em última análise, o exercício de uma prática democrática é sempre uma antecipação de um futuro que ambicionamos construir. No entanto, estes não são dois campos independentes: a análise e compreensão da realidade política, institucional e social em que hoje vivemos também se concretiza no exercício de uma cidadania democrática orientada para a construção das sociedades que ambicionamos para o futuro.

Na ESELx, as mudanças introduzidas na unidade curricular de SCT basearam-se neste quadro de análise sobre o desenvolvimento de CCD na formação inicial de professores. A partir das finalidades definidas para esta unidade curricular, centradas naquelas competências, iniciou-se um processo de construção de uma nova prática (trans)formadora, otimizando a reflexão e o conhecimento que se foi acumulando ao longo do trabalho desenvolvido com a implementação do projeto ED-CD-TEP, ensaiando a formação de uma "comunidade de prática" (Wenger-Trayner & Wenger-Trayner, 2015), cujos membros se comprometem a participar em atividades e debates, ajudar-se mutuamente e partilhar informação, tendo por finalidade contribuir para o crescimento individual e do grupo.

As primeiras 3 sessões (primeira fase / 6 horas) permitiram aprofundar o quadro teórico, em momentos de reflexão participada (*world café*) e de debate em torno de questões diretamente relacionadas com as CCD no contexto da formação inicial de professores. Para alargar o âmbito deste debate, foram convidados professores de outras universidades que dinamizaram a discussão e a reflexão com os estudantes, respeitando o quadro conceptual subjacente à UC.

Numa segunda fase, que se prolongou por duas sessões (4 horas), os estudantes conceberam o plano de trabalho a desenvolver, partindo de uma premissa nuclear: a construção de um PP-D no domínio de uma educação para uma cultura da democracia implica que este seja orientado para o estudo de questões sociais relevantes, devidamente contextualizadas (a) nas características dos alunos; (b) nas possíveis relações com o currículo do Ensino Básico; (c) nas competências democráticas a privilegiar.

> Para ello, se va imponiendo lentamente un currículum más centrado en los problemas sociales relevantes (PSR), en las cuestiones socialmente vivas (QSV) o en la justicia social, en el que las disciplinas son un medio, y no un fin, pues de lo que se trata es de formar a la ciudadanía para que sepa convivir democráticamente en un mundo donde cada vez urge más tomar medidas globales que garanticen su supervivencia a las futuras generaciones. En cuanto a los métodos, cada vez ha adquirido más importancia la resolución de problemas, el estudio de casos y los métodos interactivos centrados en aquellas cuestiones del pasado, del presente y del futuro socialmente relevantes y significativas (Santisteban & Pagès, 2019, pp. 132-133).

Mantendo esta referência central, aos alunos foi dada a liberdade de, no seu grupo de trabalho, identificarem a QSR que era por eles considerada mais significativa, devendo contextualizá-la nas três dimensões atrás enunciadas. Para operacionalizar o trabalho investigativo que iriam realizar, os estudantes deram os seguintes passos:

a) constituição dos grupos de trabalho;
b) implementação de atividades investigativas a partir de uma QSR, identificada pelo grupo;
c) conceção de um plano de atividades/recursos/avaliação para a implementação de um PP-D;
d) construção de um recurso (vídeo, PPT, teaser, *webpage*…) de apre-

sentação do PP-D, que promova o desenvolvimento das CCD no Ensino Básico.

Na terceira fase (3 sessões / 6 horas) de trabalho, os grupos desenharam as suas primeiras ideias sobre o PP-D que desejavam conceber, articulando, num todo coerente, a questão social relevante identificada e as CCD que poderiam ser desenvolvidas nesse projeto pedagógico-didático com alunos do Ensino Básico (cf. Figura 2).

Estas primeiras ideias, construídas por cada grupo de trabalho, foram expressas em cartazes e discutidas em grande grupo de modo a que, num processo participado e colaborativo, cada grupo pudesse aprofundar as suas ideias e contribuir para a melhoria das ideias dos outros grupos.

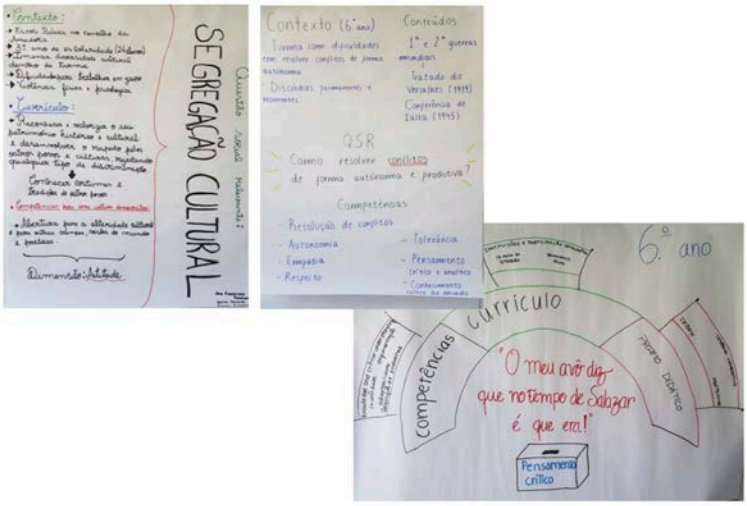


Figura 2
Exemplos das ideias iniciais do projetos pedagógico-didáticos.

Nota: da autoria dos grupos de trabalho.

Com esta fase, foi possível aos docentes aprofundar o conhecimento sobre o grupo de estudantes, (i) conhecendo as suas ideias prévias; (ii) identificando as questões sociais relevantes que privilegiam; e (iii) reconhecendo as CCD que consideravam prioritárias. Ainda nesta terceira fase, os estudantes viveram um processo singular, tomando decisões sobre o modelo de avaliação, nomeadamente, ao definir os indicadores de avaliação e as ponderações a seguir na (auto)avaliação.

A quarta fase consistiu na construção dos PP-D, concebidos para uma sala de aula do Ensino Básico (6-12 anos), no âmbito das áreas disciplinares do Estudo do Meio (6-10 anos), História e Geografia de Portugal (10-12 anos) ou Cidadania e Desenvolvimento (6-12 anos). Esta fase prolongou-se por 8 sessões (16 horas) e contou com a supervisão dos dois docentes. O trabalho colaborativo foi a estratégia

privilegiada, reconhecendo-a como uma forma de partilhar experiências e saberes, tendo em vista alcançar objetivos comuns (Iglesias et al. 2017).

Uma vez concluídos os projetos, estes foram apresentados em grande grupo ao longo de duas sessões (quinta fase / 4 horas), permitindo (i) debater ideias; (ii) trocar experiências; (iii) testemunhar dificuldades; (iv) reconhecer as aprendizagens; (v) (auto)avaliar as aprendizagens.

Finalmente, na sexta fase (2 sessões / 4 horas) os estudantes foram convidados a refletir e avaliar as aprendizagens construídas ao longo da unidade curricular de SCT. Seis painéis foram colocados nas paredes da sala de trabalho, cada um deles contendo um tópico de reflexão e avaliação:

- nível de apropriação das CCD definidas pelo Conselho da Europa;
- nível de democraticidade vivida na unidade curricular;
- grau de preparação para implementarem as CCD na sala de aula, enquanto futuros professores;
- obstáculos e desafios que se colocam a um professor empenhado no desenvolvimento de CCD;
- práticas que se devem privilegiar no desenvolvimento de CCD;
- práticas, modalidades e instrumentos de avaliação participada que podem ser mobilizados numa prática docente democrática.

Os estudantes, circulando pelos diferentes painéis, registaram a sua apreciação/avaliação e, no final, foi possível debater e refletir sobre todo o trabalho realizado ao longo desta UC.

Em síntese, esta nova abordagem à UC de SCT, centrada nas Ciências Sociais e no âmbito da formação inicial de professores do Ensino Básico, permitiu incluir, explicitamente, uma componente que visava dar relevo à educação para uma cultura da democracia nas escolas: (i) garantindo aos estudantes a apropriação das CCD, seguindo o modelo do Conselho da Europa, partindo das suas ideias prévias, dos saberes já adquiridos e das experiências acumuladas, dentro e fora da escola; (ii) promovendo um trabalho aplicado, tendo em vista a promoção das CCD na sala de aula do Ensino Básico, a partir de QSR e direcionada para o desenvolvimento de competências para uma cidadania democrática; (iii) permitindo aos estudantes vivenciar um processo formativo de forma participada e colaborativa, assumindo-se como o centro da construção das suas competências profissionais e valorizando a entreajuda,

a responsabilidade individual e coletiva, e a dependência positiva; (iv) oferecendo aos estudantes a possibilidade de tomar decisões em todas as fases do processo formativo, ao longo da UC, desde a conceção do plano de trabalho até à construção da (auto)avaliação.

5. Os projetos desenvolvidos pelos estudantes

Os projetos iniciados pelos estudantes, na segunda fase de formação, seguiram um guião de trabalho construído na sequência da primeira fase e que se organizou em cinco etapas:

1 - Enquadramento teórico da competência
2 - Identificação dos conceitos associados à competência
3 - Integração da competência nos currículos
    - Estudo do Meio
    - HGP
    - Cidadania e Desenvolvimento
4 - Construção de um projeto didático
    4.1 - Contextualização do grupo-turma
    4.2 - Situação de partida
    4.3 - Proposta pedagógico-didática
    4.4 - Construção de recursos
5 – Comunicação

(Guião de Trabalho de Sociedade, Cultura e Território, 2020-21)

Após a exploração do modelo do Conselho da Europa sobre as vinte competências para o desenvolvimento de CCD, e o conhecimento da matriz e pressupostos teóricos que a sustentam, os estudantes foram convidados a selecionar uma ou duas competências, entre as vinte definidas, sobre a(s) qual(is) se propunham desenvolver o projeto investigativo. Esta foi a fase em que se desenvolveu, nos estudantes, a competência de conhecer o quadro teórico que está na base de uma educação vocacionada para a afirmação democrática

Num momento seguinte à pesquisa e análise do referencial teórico, que permitiu enquadrar as competências selecionadas e identificar os conceitos-chave que dele emergiram, foram analisados os documentos orientadores do currículo do Ensino Básico (1.º e 2.º ciclos), para identificar conteúdos, objetivos e aprendizagens essenciais a explorar com os alunos, desenhando estratégias e atividades promotoras do desenvolvimento das competências selecionadas. Neste exercício, os estudantes desenvolveram competências de leitura crítica do currículo

para estabelecerem relações com o mundo em que as crianças diariamente se movem. Esta reflexão permitiu preparar o ponto seguinte, isto é, a *construção de um projeto didático*.

O desenvolvimento deste projeto implicava a simulação de um contexto socioeducativo de partida, a caraterização de um grupo-turma, a partir do qual fosse possível definir uma situação-problema, situada no âmbito das competências identificadas. Neste processo, os estudantes eram convidados a pensar o currículo de forma crítica para promover um ensino das Ciências Sociais centrado em questões socialmente vivas, o triângulo mais relevante na sua formação, como oportunamente já explicamos. As QSR emergiram de diferentes problemas simulados pelos estudantes no âmbito de cada contexto socioeducativo e competências identificadas (cf. Tabela 1) e, a partir destas, definiram os conteúdos e conceitos a explorar com os alunos nos PP-D que desenharam.

Tabela 1
Relação entre Competências e QSR.

Competências para uma Cultura da Democracia	***QSR***
Valorização da diversidade cultural	1. *O que nos une é a diferença?* 2. *As pessoas pertencentes a cultura muçulmana estão sempre associadas às guerras e ao terrorismo?*
Resolução de conflitos	3. *A capacidade de resolver conflitos resulta de competências de autonomia e da relação empática entre os alunos?*
Cooperação Capacidades de análise e de pensamento crítico	4. *De que modo a utilização das NTIC, numa abordagem colaborativa, contribui para desenvolver a literacia crítica digital?*
Abertura à alteridade cultural e às convicções, visões do mundo e práticas diferentes	5. *Conflitualidade cultural.*

Fonte: Projetos investigativos dos estudantes.

Na sua proposta pedagógico-didática, os estudantes definiram um conjunto de estratégias a desenvolver com e pelos alunos, envolvendo-os em processos de pesquisa, tratamento e análise de informação, comunicação e avaliação (cf. Tabela 2), recorrendo a diferentes modalidades de organização do grupo-turma (pequeno e grande grupo).

As estratégias apresentadas revelaram, por parte destes estudantes, a preocupação em recorrer a metodologias ativas que permitissem o envolvimento dos alunos na construção do conhecimento, denotando que desenvolveram já um conjunto de competências didáticas que facilmente mobilizam para o desenho de propostas pedagógico-didáticas com os alunos, concebidas na perspetiva do desenvolvimento das CCD.

Etapas da Atividade Investigativa	atividades
Levantamento de ideias prévias	Desenho de mapas mentais Exploração de imagens Representações gráficas
Recolha de informação	Análise de Imagens Trabalho de campo Realização de entrevistas Exploração de objetos pessoais Gravações áudio Mobilização de recursos tecnológicos diversos
Tratamento e análise de informação	Representação em mapas, esquemas e gráficos Produção de Vídeo Construção de Mural
Comunicação dos resultados	Debates no grupo e na comunidade escolar Workshops culturais Visita a museu virtual Dinâmica de *World café* Exposições das produções dos alunos
Avaliação	Auto e hétero avaliação Avaliação do professor

Tabela 2
Etapas da Atividade Investigativa desenhada para os alunos de 1.º/2.º CEB (6-12 anos).

O desenvolvimento deste percurso, da definição de uma questão social relevante ao desenho de uma atividade investigativa para os alunos de ensino básico, desafiou os estudantes a realizarem uma reflexão permanente sobre as leituras efetuadas, a análise de documentos, a construção das propostas pedagógico-didáticas e a comunicação dos resultados (gravados em vídeo). Esta reflexão foi frequentemente partilhada com os colegas de turma e com os docentes, num processo participado, em que todos contribuíam para a construção de cada proposta. Desta reflexão crítica permanente, os estudantes constataram que são várias as competências para uma cultura da democracia que é possível desenvolverem quando envolvidos nestes processos. Também nas propostas construídas para os alunos de ensino básico, a partir de questões sociais relevantes, são diversas as competências que é possível desenvolver, além da(s) competência(s) inicialmente identificada(s), destacando-se: na dimensão *Atitudes*, o respeito e a tolerância da ambiguidade; na dimensão *Capacidades*, a empatia; e, na dimensão *Conhecimento e compreensão crítica*, o conhecimento e compreensão crítica do mundo.

6. Avaliação do processo formativo: os estudantes

Uma prática de formação participada levanta exigências singulares à coerência como se concebe, planifica e executa a avaliação. Este modelo de formação, implementado com a intencionalidade as-

sumida de desenvolver CCD na sala de aula e na escola, reconhece, em primeira instância, a heterogeneidade do grupo de estudantes, composto por jovens portadores de saberes, experiências e expectativas diferenciadas. Assim, as diferentes fases desta formação, apresentadas anteriormente, permitiram integrar esta diversidade nas práticas implementadas na UC, e o modelo de avaliação tinha de garantir que, também ele, seria parte integrante (e coerente) com a intencionalidade de vivenciar a cultura para a democracia na disciplina de SCT: ser formativa e apostar na autorregulação.

A avaliação formativa deve ser "interactiva, centrada nos processos cognitivos dos alunos e associada aos processos de feedback, de regulação, de auto-avaliação e de auto-regulação das aprendizagens" (Fernandes, 2006, p. 23). A aposta na autorregulação traduz-se no desenvolvimento da capacidade de os estudantes gerirem os seus projetos, as estratégias que implementam para responder aos desafios que lhe são colocados, e a reflexão sobre os progressos e dificuldades que surgiram no seu caminho (Perrenoud, 1999), requerendo estudantes motivados, empenhados na sua formação e disponíveis para partilhar os saberes, experiências e expectativas que transportam consigo.

Para concretizar esta perspetiva da avaliação, ao longo do trabalho desenvolvido em *Sociedade, Cultura e Território,* foi essencial garantir que a avaliação se integrava na prática formativa e, para isso, foi necessário:

- conceber, de forma participada, a proposta de trabalho a realizar na UC (construção de um PP-D);
- dar aos estudantes (grupos de trabalho) a liberdade de escolher o tema, as QSR e a CCD a integrar no seu projeto;
- manter um *feedback* contínuo entre os estudantes e os dois docentes;
- proporcionar momentos de partilha entre os grupos, promovendo a reflexão crítica sobre os diferentes processos de aprendizagem protagonizados pelos grupos de trabalho;
- construir um instrumento de (auto)avaliação, com indicadores e cotações de classificação definidos pelos estudantes;
- proporcionar um momento dinâmico de avaliação nas duas últimas sessões, cruzando a reflexão individual com o debate em grande grupo e recolhendo registos escritos dos testemunhos dos estudantes.

Com a concretização deste modelo de avaliação promoveu-se uma prática de regulação do processo formativo, assente nos seus dois ei-

xos fundamentais (Perrenoud, 1999): comunicação e cooperação (cf. Figura 3).

Figura 3
Modelo de regulação do processo formativo.

Nota: dos autores.

Deste modo, a avaliação formativa emerge como "uma regulação interativa, isto é, de uma observação e de uma interação em tempo real, praticamente indissociáveis das interações didáticas propriamente ditas" (Perrenoud, 1999, p. 101).

A experiência desenvolvida proporcionou aos docentes uma reflexão contínua, não só sobre as estratégias que se foram construindo em diálogo com os estudantes, mas também sobre o modelo de avaliação a implementar.

Estando as finalidades desta UC centradas no desenvolvimento de competências, considerámos que a avaliação deveria implicar os processos e os produtos construídos pelos estudantes, relacionando-os de uma forma dinâmica: os produtos eram objetos a partir dos quais seria possível inferir sobre as competências desenvolvidas pelos estudantes (conhecimentos, no campo das Ciências Sociais, capacidades investigativas e atitudes/valores democráticos). Todavia, esta prática de inferência resultou da autoavaliação dos estudantes (grelhas de autoavaliação, reflexão individual e em grupo, e debates em grande grupo) e da avaliação dos docentes, grelhas de avaliação e observação participante nas diferentes fases do trabalho que já foram anteriormente descritas.

6.1. Autoavaliação quantitativa

Os resultados da autoavaliação dos alunos, sobre o produto final que cada grupo de trabalho realizou ao longo da UC, permitem-nos uma análise mais detalhada das diferentes fases de construção dos PP-D e uma reflexão sobre as mudanças que poderão ser introduzidas no futuro.

Os resultados alcançados revelam elevadas taxas de sucesso, numa média que rondou os 95%. Não obstante estes resultados positivos, não podemos deixar de atribuir significado às diferenças que se registaram entre as diferentes fases, apesar de serem estatisticamente pouco relevantes.

A primeira fase do trabalho – *Identificação dos conceitos associados à competência* – implicava que os alunos mobilizassem um quadro conceptual que desse consistência teórica ao trabalho prático que se propunham realizar, em torno da CCD e das questões sociais relevantes que selecionaram para o projeto do seu trabalho de grupo. Esta fase, que alcançou a percentagem de sucesso menos elevada (88,9%), indicia as fragilidades dos alunos, quer no conhecimento de cada uma das competências, quer na capacidade de lhes dar um enquadramento conceptual que fundamente as escolhas metodológicas seguidas nos projetos construídos. Assim se explica a dificuldade em explicitar a dimensão em que se inserem as CCD e em relacionar estas competências com um conjunto de conceitos que permitissem uma melhor compreensão da sua relevância no processo de desenvolvimento dos alunos.

Em sentido oposto situam-se os resultados da autoavaliação quando o trabalho exigiu o enquadramento curricular dos PP-D – *Integração da competência no currículo do ano de escolaridade definido* – (97,1%), área em que os estudantes revelaram mais confiança na realização do trabalho solicitado, na medida em que este exigia o recurso às aprendizagens já realizadas nos anos anteriores da sua formação. Do mesmo modo, a percentagem média alcançada na fase de *construção do produto final* (98%) resultou, em grande medida da liberdade que lhes foi oferecida para mobilizarem os seus conhecimentos e experiências nas áreas em que se sentiam mais competentes para construir a apresentação final do seu projeto (*PPT, websites, posters*...).

Algumas das dificuldades identificadas na terceira fase – *Construção de um projeto pedagógico-didático* – resultam das fragilidades teóricas

já referidas, mas também do facto dos projetos serem de natureza especulativa, sem um suporte real de sala de aula, o que trouxe dificuldades acrescidas na contextualização das *situações de partida* (87,5%).

6.2. Reflexão e partilha

Nas duas sessões finais de avaliação da UC de SCT, os estudantes circularam livremente pela sala, expressando as suas opiniões sobre o trabalho realizado e os níveis de desempenho alcançados. De um modo geral, consideraram ter sido elevado o nível de apropriação das Competências para uma Cultura da Democracia definidas pelo Conselho da Europa (cf. Figura 4).

Este elevado nível de apropriação das CCD resultou, na opinião dos estudantes, do processo investigativo que desenvolveram, do trabalho prático construído através da conceção dos PP-D e dos momentos de partilha em pequeno e grande grupo.

Quanto ao nível de democraticidade vivida na unidade curricular, os estudantes manifestaram a sua satisfação, quer por escrito, quer oralmente, sobre o modo como viveram esta experiência, em "liberdade", em "democracia" e com "autonomia".

Foi salientada a importância de "ouvir os alunos e ajustar as práticas", de modo a que os estudantes reconhecessem o quanto é relevante garantir o seu envolvimento nos momentos de tomada de decisão, isto é, de partilha do poder, dentro da sala de aula. Em síntese, tal como um aluno salientou no painel coletivo, "a democracia não se aprende, vive-se!".

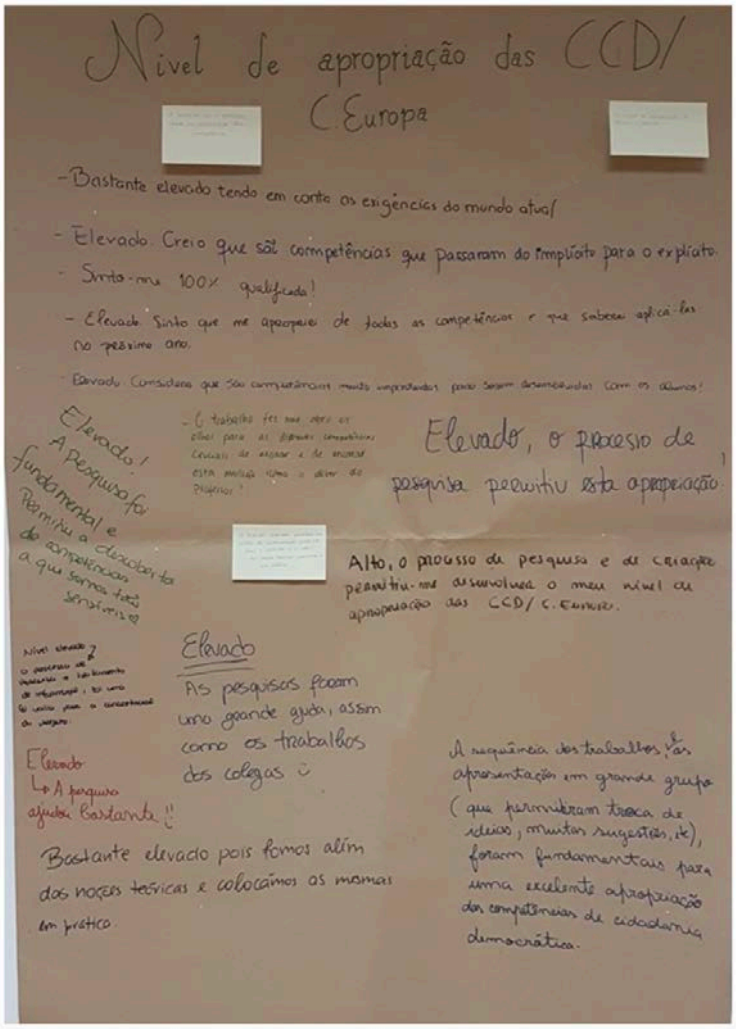


Figura 4
Modelo de regulação do processo formativo: nível de apropriação das CCD.

Nota: Registo de autoavaliação presencial dos estudantes.

O terceiro painel de autoavaliação partilhado na turma centrou-se no grau de preparação para implementarem as Competências para uma Cultura da Democracia na sala de aula, enquanto futuros professores.

Neste indicador, os resultados foram mais moderados, com os estudantes a reconhecer que há ainda um longo caminho a percorrer para se sentirem preparados e confiantes para promoverem as CCD na sala de aula quando, num futuro próximo, iniciarem a sua atividade profissional. Se, por um lado, reconheceram a importância do trabalho realizado, "tendo em conta esta UC", por outro lado, também ponderaram sobre os seus limites "quando contemplam toda a formação".

No entanto, a nota mais valorizada pelos estudantes remeteu para a necessidade de implementar estratégias para o desenvolvimento das CCD na sala de aula, aproveitando os momentos de experiência de prática docente, ao longo do curso.

O quarto indicador expressava-se na seguinte pergunta: Que obstáculos e desafios se colocam a um professor empenhado no desenvolvimento de Competências para uma Cultura da Democracia? (cf. Figura 5).

Na abordagem a esta questão, foi solicitado a cada estudante que identificasse um obstáculo ou uma dificuldade diferente das que os colegas antecedentes iam registando. Esta forma dos estudantes responderem a esta questão permitiu reunir um conjunto amplo de fatores que, no seu entender, poderão dificultar a sua ação se, enquanto professores, optarem por promover o desenvolvimento das CCD na sala de aula.

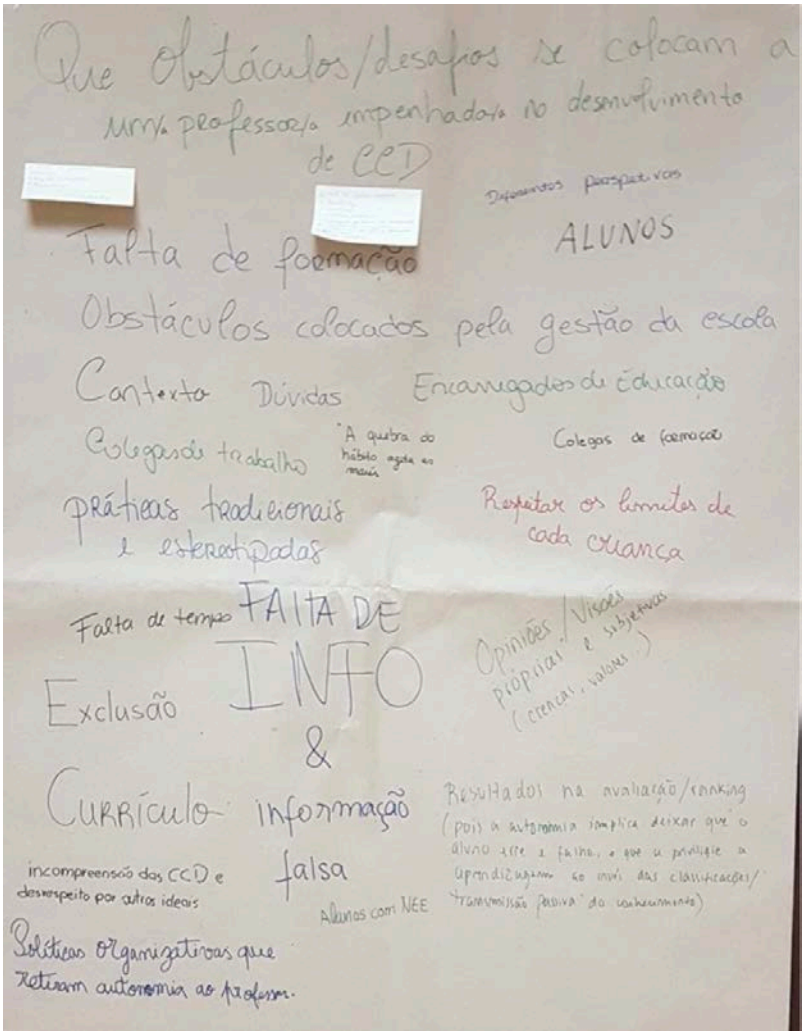


Figura 5
Modelo de regulação do processo formativo: obstáculos e desafios se colocam a um professor empenhado no desenvolvimento de CCD.
Nota: Registo de autoavaliação presencial dos estudantes.

Entre as dificuldades identificadas destacaram, em primeiro lugar, aquela que responsabiliza diretamente a ESELx e o seu plano de formação: "falta de formação". Entre os restantes fatores, os estudantes

salientaram ainda as dificuldades que a gestão das escolas coloca, nomeadamente quando "retiram autonomia ao professor", assim como a rotina de práticas "tradicionais e estereotipadas". Um outro obstáculo identificado diz respeito às famílias – "encarregados de educação" – dimensão que assume particular relevo, conhecendo a reação de associações de pais que se manifestam contra conteúdos e práticas dos professores no âmbito da disciplina de Cidadania e Desenvolvimento incluída no currículo do Ensino Básico e Secundário em Portugal.

Um quinto painel reuniu as respostas a mais uma questão: Que práticas se devem privilegiar no desenvolvimento de Competências para uma Cultura da Democracia?

Também neste capítulo foram muitas as sugestões avançadas pelos estudantes todas elas centradas no que um estudante designou por "práticas ativas e dinâmicas que permitam a construção de representações mentais associadas à democracia".

Entre o que os estudantes designam por "práticas ativas" incluem-se duas ideias: "que os alunos sejam atores e autores dos seus próprios conhecimentos" e que se promovam "estratégias de aprendizagem ativa". Foram identificadas "práticas cooperativas", como a implementação de "conselho cooperativo de gestão e organização" da sala de aula, "debates e diálogos" e "trabalho de campo e interação com a comunidade". Entre o que identificam como "práticas inovadoras", os estudam referem "caça ao tesouro", "role-playing" e "prática de educação inclusiva".

O último indicador de avaliação esteve representado no sexto painel com a questão: Que práticas, modalidades e instrumentos de avaliação participada podem ser mobilizados numa prática docente democrática?

Sobre as práticas, modalidades e instrumentos de avaliação participada que podem ser mobilizados numa prática docente democrática, os estudantes destacaram quatro ideias fundamentais: (i) "colocar o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem"; (ii) "utilizar instrumentos de auto e heteroavaliação"; (iii) "permitir que os alunos sejam atores e autores das suas aprendizagens" e (iv) "permitir que os alunos sejam intervenientes ativos no processo de avaliação".

7. Avaliação do processo formativo: os docentes

Comecemos pela classificação. A análise dos PP-D, produzidos pelos grupos de trabalho, e do contributo de cada estudante nas diferentes fases do trabalho da UC permitiu aferir as autoavaliações quantitativas avançadas pelos estudantes. A classificação final atribuída pelos docentes pouco se afastou dessas propostas, o que revela também a seriedade do trabalho dos estudantes, não só na construção dos seus projetos, mas também na reflexão e análise da avaliação.

Mas, como todos sabemos, a avaliação não se reduz à tarefa de classificar, principalmente se nos propomos atingir objetivos que envolvem o desenvolvimento de CCD. A experiência vivida em SCT abriu um novo caminho na formação inicial de professores, no mestrado da ESELx, na área das Ciências Sociais, História e Geografia.

Apesar de se considerar que o desenvolvimento das CCD deve ser assumido pelas escolas e universidades em todas as áreas de ensino/formação, sabemos que o ensino das Ciências Sociais ocupa um espaço privilegiado para promover uma reflexão crítica sobre a prática docente, orientada para uma educação para a democracia. Assim, não podemos deixar de recordar as referências de Perrenoud (2002) e Pagès (2019) que chamam a nossa atenção para a responsabilidade do campo das Ciências Sociais, centrado no estudo do ser humano, enquanto ser social, contextualizado num território e num determinado tempo histórico (Garrido, 2004; Dias, Pereira & Laurent, 2016).

> Os saberes que nos permitem ser cidadãos são, em grande parte, de base científica, na medida em que os desafios são geralmente tecnológicos. São também éticos e filosóficos na medida em que os dilemas e os conflitos de valores podem ser dominados, em parte, pela razão e pela argumentação. Contudo, nos programas escolares, há um buraco negro: o conhecimento da sociedade, que não passa do parente pobre, limitando-se a educação cívica muitas vezes às instituições e aos direitos individuais (Perrenoud, 2002, p. 41).

Para além da avaliação centrada nos produtos finais dos estudantes, a apreciação crítica estendeu-se e focou-se em todo o processo formativo que se desenvolveu ao longo das 20 sessões (e fora delas), as quais pretenderam contribuir para a (trans)formação dos estudantes, no sentido de os preparar para implementarem uma prática docente no Ensino Básico, comprometida com uma cultura da democracia, nos diferentes anos de escolaridade.

Estamos em condições de identificar as CCD que se promoveram em SCT, concebida e implementada no ano letivo de 2020/2021, entre os meses de março a maio, tendo por referência o modelo definido pelo Conselho da Europa (2016b).

Valores. No domínio dos valores, o trabalho realizado revelou a importância que os estudantes atribuem à valorização da diversidade cultural, constituindo-se como uma questão social relevante privilegiada em muitos do PP-D realizados e ocupando um lugar de destaque nos debates realizados no grupo. Paralelamente, a temática da diversidade cultural mobilizou a valorização da democracia e da justiça social, não só na reflexão em pequeno e grande grupo, mas no próprio processo formativo alicerçada numa participação ativa dos estudantes na construção da UC.

Capacidades. O trabalho prático foi realizado pelos estudantes com uma grande liberdade e autonomia, proporcionando-lhes a experiência de que educar e formar significa acreditar nas capacidades de quem aprende. Esta opção dos professores, que orientam e medeiam a formação, exige uma grande capacidade de flexibilidade e adaptabilidade, integrando a realidade dos estudantes, os seus saberes e experiências, no processo de construção de novas competências, num ambiente de cultura da democracia. A forma como todo o trabalho foi planificado e executado estimulou a cooperação, levando os estudantes a reconhecer as potencialidades do trabalho colaborativo para o processo de ensino e aprendizagem e, simultaneamente, desenvolvendo as CCD no seu conjunto. Finalmente, importa sublinhar o clima de interajuda que se gerou em todas as sessões, garantindo PP-D de maior qualidade e promovendo a capacidade de empatia pelo outro, dentro de um grupo com objetivos comuns. As discussões que se geraram nos grupos de trabalho, os debates e a partilha de experiências em grande grupo garantiram o desenvolvimento da capacidade de análise e de pensamento crítico, fundamentais em professores que se querem reflexivos, exigentes e comprometidos com a construção de uma educação baseada em valores e atitudes democráticas.

Atitudes. Os resultados alcançados e a forma muito positiva como os estudantes avaliaram esta experiência foram fruto das atitudes de respeito e civismo, gerado nos diferentes grupos de trabalho e no grande grupo, a quem foi atribuída a liberdade e a responsabilidade de contribuir para os objetivos finais traçados pelo próprio grupo. Estas atitudes, vividas em grupo, revelaram-se fundamentais para que os estudantes dessem sinais de acreditar mais na sua capacidade

de realização das tarefas que tinham entre mãos, de eficácia pessoal, reforçando a sua autoconfiança.

Conhecimentos e compreensão crítica. Ao longo desta experiência na formação inicial de futuros professores do Ensino Básico, a construção de novos conhecimentos decorreu a dois níveis: (i) na investigação realizada no âmbito dos projetos construídos pelos diferentes grupos de trabalho; (ii) na vivência de uma experiência de formação baseada no quadro de CCD. No primeiro nível, aprofundou-se o conhecimento e a compreensão crítica do mundo, estabelecendo uma inter-relação entre os problemas identificados à escala local, com os contextos globais em que se inserem, incluindo questões políticas, históricas, culturais e económicas. No segundo nível, foi possível aos estudantes reconhecerem, pela sua própria experiência, a importância de construir um conhecimento e uma compreensão crítica de si mesmo, ação fundamental para interagir com os outros e refletir criticamente sobre a sua visão do mundo.

Notas finais

A participação no projeto EDCD-TEP e as mudanças introduzidas na formação inicial de professores da ESELx, no domínio das Ciências Sociais, permite-nos retirar algumas breves conclusões que merecem ser destacadas, na perspetiva de quem assume a necessidade de continuar a refletir sobre as práticas de formação, tendo por finalidade aprofundar o desenvolvimento das Competências para uma Cultura da Democracia.

A primeira nota a destacar remete para as potencialidades das Ciências Sociais para a formação dos novos professores, na vertente do desenvolvimento das competências cidadãs. A pluralidade/complementaridade que reside no interior do campo das Ciências Sociais é fundamental para a formação de professores competentes para ler e interpretar de forma crítica o mundo social que os rodeia, habilitando-os para uma prática docente, também ela, transformadora.

Em segundo lugar, as complexidades do mundo de hoje exigem uma resposta política, principalmente quando delas emergem ameaças, desde o xenofobismo populista até ao vincar das divisões artificiais entre os povos, tendo por base a diversidade cultural, passando pelo agravamento das desigualdades sociais, à escala nacional e global. Esta resposta tem vindo a ser construída na afirmação de uma cultura para o exercício ativo de uma cidadania democrática.

Para isso, em terceiro lugar, o estudo que agora se conclui, vem reforçar a convicção de que a Educação e a Democracia têm um caminho comum a percorrer, que nunca poderemos dar por terminado porque, no essencial, é um percurso construído com a participação dos diferentes elementos que integram as comunidades aprendentes que se constituem no quotidiano de cada contexto escolar/educativo.

Neste sentido, uma quarta nota dirige-se às responsabilidades que devem ser assumidas pelas instituições de ensino superior que realizam a formação inicial de professores. A definição dos seus princípios orientadores deve, explicitamente, incluir o compromisso com o desenvolvimento de competências que garantam a formação de cidadãos conscientes da importância de, diariamente, promover uma cultura de democracia, com valores, atitudes, capacidades e conhecimento crítico geradores de uma cidadania socialmente transformadora.

Por último, resta-nos retomar os objetivos deste capítulo e sublinhar, a partir da avaliação realizada ao trabalho desenvolvido na UC em 2020-2021, que (i) a reformulação da UC incorporou o contributo dos estudantes; (ii) os projetos resultaram da intervenção dos estudantes na tomada de decisão sobre a conceção, desenvolvimento e partilha do seu estudo; (iii) a avaliação da UC foi concebida, planificada e concretizada com o envolvimento direto dos estudantes. Em síntese, o processo de reformulação desta unidade curricular garantiu a participação ativa dos estudantes, permitindo, a cada um deles, viver a sua formação num ambiente de cultura democrática.

Referências

Bárcena, F., Gil, F., & Jover, G. (1999). *La escuela de la ciudadanía. Educación,* ética y política. Desclée.

Cachinho, H. (2000). Geografia escolar: orientação teórica e praxis didáctica. *Inforgeo*, *15*, 69-90.

Claudino, S., & Hortas, M. J. (2015). La enseñanza de la Geografia y de las Ciencias Sociales y la formación del professorado para la cuidadanía en Portugal. Perspectiva histórica, modelos, representaciones y desafios. In Beatrice Borghi, Francisco García-Pérez & Olga Moreno-Fernández (Coords.), *Novi Cives Cittadini dall'Infanzia in Poi* (pp.173-190). Bologna: Pàtron Editore.

Claudino, S., Fernandes, S, & Grazzini, G. (2019). Projeto nós propomos! Cidadania e formação de professores, o caso da escola de Oracina/Marília. In Maria João Hortas, Alfredo Dias, & Nicolás de Alba (Eds.), E*nsinar e aprender Didática das Ciências Sociais. A formação de professores numa perspetiva sociocrítica* (pp. 467-476). Lisboa: Escola Superior de Educação do Politécnico de Lisboa / AUPDCS.

Council of Europe (2010). *Council of Europe Charter on Education for Democratic Citizenship and Human Rights Education*. Council of Europe.

Conselho da Europa (2016a). *Competências para uma cultura da democracia. Viver juntos em igualdade em sociedades democráticas culturalmente diversas. Resumo*. Conselho da Europa. Consultado em https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=09000016806ccf15

Council of Europe (2016b). *Competences for Democratic Culture. Living together as equals in culturally diverse democratic societies*. Council of Europe. Consultado em https://rm.coe.int/16806ccc07

Dias, A., Pereira, L. T., & Laurent, S. (2016). Educación para la ciudadanía global: una experiencia curricular en la Escola Superior de Educação de Lisboa. In Carmen Ruíz, Aurora Doreste, & Beatriz Mediero (Coord.), *Deconstruir la alteridade desde la didáctica de las ciencias sociales: educar para una ciudadanía global* (pp. 504-514). AUPDCS.

Fernandes, D. (2006). Para uma teoria da avaliação formativa. *Revista Portuguesa de Educação*, *19*(2), 21-50.

Garrido, M. (2004). (Coord.). *Didáctica de las Ciencias Sociales*. Pearson Prentice Hall.

Hortas, M. J., & Dias, A. (2020). Education for Global Citizenship: teacher training at Lisbon Higher School of Education (Educação para a Cidadania Global: formação de professores na Escola Superior de Educação de Lisboa). *Revista de Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales*, *7*, 45-63.

Iglesias, J., González, L., & Fernández-Río, J. (Coord.). (2017). *Aprendizaje cooperativa. Teoría e práctica en las diferentes áreas y materias del currículum*. Pirámide.

Pagès, J. (2012). Las competencias ciudadanas, una finalidad de la enseñanza de la historia. En S. Plá, X. Rodríguez Ledesma, & V. Gómez Gerardo, *Miradas diversas a la enseñanza de la historia* (pp. 19-66). México: Universidad Pedagógica Nacional. Consultado em https://www.academia.edu/people/search?utf8=%E2%9C%93yq=Las+competencias+ciudadanas%2C+una+finalidad+de+la+ense%C3%B1anza+de+la+historia.

Pagès, J. (2019). Ciudadanía global y enseñanza de las Ciencias Sociales: retos y posibilidades para el futuro. *Revista de Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales*, *5*, 5-22.

Pagès, J., & Garcia, C. R. (2020). What think and what write Ernesto Gómez. His contribution to the Democratic Citizenship Education (Qué piensa y qué escribe Ernesto Gómez. Su aportación a la Educación para la Ciudadanía Democrática). *Revista de Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales, 7*, 7-29.

Pagès, J., & Santisteban, A. (Coords.) (2011). *Les qüestions socialment vives i l'ensenyament de les ciències socials*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona. Col. Documents, 97.

Perrenoud, P. (1999). *Avaliação. Da excelencia à regulação das aprendizagens. Entre duas lógicas*. Artmed.

Perrenoud, P. (2002). *A escola e a aprendizagem da democracia*. Edições ASA.

Santisteban, A. (2012). La investigación sobre el desarrollo de la competencia social e ciudadana para una participación crítica. In Nicolás de Alba Fernández; Francisco García Pérez, & Antoni Santisteban Fernández (Coords.), *Educar para la participación ciudadana en la enseñanza de las Ciencias Sociales* (pp. 277-286). Sevilla: Asociación Universitaria de Profesorado de Didáctica de las Ciencias Sociales. Díada Editores, S. L.

Santisteban, A., & Pagès, J. (2019). Una nueva lectura de los programas de estudios para la formación inicial del profesorado de didáctica de las ciencias sociales: mirando el presente y el futuro. In Maria João Hortas, Alfredo Dias, & Nicolás de Alba (Eds.), *Ensinar e aprender Didática das Ciências Sociais. A formação de professores numa perspetiva sociocrítica* (pp. 128-138). Escola Superior de Educação do Politécnico de Lisboa / AUPDCS.

Swee-Hin, T., Shaw, G., & Padilla, D. (2017). *Global Citizenship Education. A guide for policymakers*. Asia-Pacific Centre of Education for International Understanding.

Wenger-Trayner; E., & Wenger-Trayner, B. (2015). C*omunidades de práctica, una breve introducción*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales de Buenos Aires.

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA E DAS CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS

Pedro da Cruz Almeida
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Lina Brunheira
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Pedro Sarreira
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa

https://doi.org/10.34629/ipl.eselx.cap.livros.161

Resumo

Na educação, a expressão "resolução de problemas" tem vindo a conhecer múltiplos significados. Umas vezes é encarada como atividade, outras vezes como metodologia de ensino com expressão em diferentes ciências, outras vezes ainda como competência transversal a desenvolver nos alunos e sublinhada em diferentes documentos curriculares. Estes diferentes entendimentos, que se prendem com a ação e a sua finalidade, envolvem também a existência de vários significados para a própria ideia de problema. São inseparáveis as ideias de problema e de pergunta, mas nem todas as perguntas podem ser consideradas problemas. Que diferentes tipos de problemas existem? Como é que encaramos o seu papel no ensino e na aprendizagem?

A investigação sobre resolução de problemas na educação tem ainda vindo a compreender a importância de associar à resolução a formulação de problemas, não como algo diferente que se acrescenta, mas sim como duas capacidades complementares e interdependentes. Orientações curriculares publicadas no ano 2000 pelo National Council of Teacher of Matematics mencionam que os bons solucionadores de problemas são os que, na análise que fazem das situações, são capazes de questionar os dados e de formular problemas baseados nessas mesmas situações.

Neste capítulo, para além de um quadro teórico que dê conta das diferenças mencionadas no que diz respeito ao papel formativo da resolução de problemas, tanto nas Ciências Físicas e Naturais como na Matemática, apresentamos uma situação ou contexto gerador de problemas que envolvem as Ciências Naturais e a Matemática no 1.º ciclo do Ensino Básico. Estas situações poderão apoiar os professores na promoção do desenvolvimento das referidas competências de resolução e formulação de problemas nos seus alunos, indo ao encontro de uma das áreas de competências do Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória.

Palavras-chave: Resolução de problemas; educação matemática; educação em ciências; integração curricular

1. A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Falar sobre resolução de problemas pressupõe necessariamente uma conceção de problema. A pergunta "o que é um problema?" não tem uma resposta óbvia, sobretudo quando a consideramos de um ponto de vista da educação. É uma pergunta cuja resposta é fundamental para quem pretende estruturar e estabelecer um plano curricular que envolva a resolução de problemas. E a questão torna-se mais complexa quando pretendemos que esta resolução de problemas seja de algum modo integradora de diversas disciplinas científicas. Todos sabemos que as várias disciplinas científicas contêm um corpo de conhecimentos que as diferenciam, mas têm também metodologias de investigação próprias, e a tipologia de problemas que as fazem avançar são também diferentes. Assim sendo, porque pretendemos mostrar caminhos para a possibilidade de integração do currículo nas áreas das Ciências Naturais e da Matemática, torna-se importante, antes de mais, caracterizarmos o significado de resolução de problemas do ponto de vista de ambas.

1.1. A resolução de problemas na educação em Física e em Química

A resolução de problemas na educação em Física e em Química tem já uma longa tradição e costuma estar presente nos manuais escolares e, mais globalmente, nos recursos de apoio aos professores e aos alunos. Tradicionalmente, os problemas envolvem dados de natureza quantitativa e a manipulação de algum tipo de fórmula ou cálculo matemático. No entanto, quer a conceção de problema, quer a de resolução de problemas, têm sido muito diversas e têm tido uma grande evolução, ao longo do tempo. Um dos trabalhos mais aprofundado sobre a resolução de problemas em física foi realizado por Neto (1998) que analisou de uma forma muito abrangente a literatura sobre o tema e discutiu as diversas perspetivas sobre o mesmo. Segundo o autor, já em 1998 a resolução de problemas era um "campo em mudança" (p. 52). Um campo em mudança, de uma perspetiva de problema mais fechada e mais focada em conteúdos curriculares, para uma perspetiva mais abrangente e aberta, e mais incidente em tópicos do quotidiano. De uma perspetiva de resolução de problemas como estratégia de ensino e de aplicação de conhecimentos, para uma competência cognitiva de extrema importância a desenvolver por todos os alunos, futuros cidadãos. Hoje, parece-nos que, pese embora alguma evolução, continuamos praticamente na mesma situação de mudança referida por Neto. Uma perspetiva semelhante é apresentada por Lopes (2004). Este autor começa por esclarecer que a expressão "resolução de problemas" tem sido utilizada com diferentes significados, nomeadamente:

- tarefas a executar em qualquer nível de ensino;
- estratégia de resolução;
- processos envolvidos na resolução;
- formulação de problemas;
- capacidade de resolver problemas;
- processo de ensino-aprendizagem (p. 199).

Esclarece também que a palavra "problema" é muitas vezes utilizada no contexto escolar como sinónimo de exercício. No sentido de clarificar as diferenças entre exercício e problema, Lopes (2004) propõe um conjunto de critérios que apresentamos de seguida (cf. Tabela 1). No entanto, é importante referir que um enunciado, em geral, não tem apenas caraterísticas de problema ou de exercício, pois há um contínuo entre os dois extremos.

Critério	Problema	Exercício
Tipo de situação física e seu contexto	Situação realista. O contexto é mais vasto.	Situação não real, a ponto de os valores numéricos poderem apontar para algo inexistente. Há um contexto disciplinar.
Tipo e quantidade de informação fornecida	A informação fornecida é qualitativa, não permite uma abordagem imediata, pode existir informação em falta e outra irrelevante.	A informação fornecida é quantitativa e na quantidade certa para responder às questões.
Modelação da situação física	A situação não está modelada, ou apenas parcialmente.	A situação apresentada é um modelo de uma situação hipotética.
Dificuldade conceptual	Pode ser necessário mobilizar e articular de uma forma nova vários conceitos e/ou formalismos matemáticos e/ou raciocínios.	Basta mobilizar procedimentos já estabelecidos.
Orientação de resolução	Há uma pequena orientação se necessário, de acordo com os progressos dos alunos	Há uma orientação clara.

Tabela 1
Distinção entre problema e exercício.

Nota. Adaptado de Lopes (2004, p. 202)

Consideremos a tarefa seguinte:

> A massa volúmica do ouro é 19,3 g/cm3. Será de ouro uma moeda cilíndrica com a massa 5,85 g e com 18,0 mm de diâmetro e 2,25 mm de espessura? Justifique.

Esta tarefa constitui um exemplo de um exercício, pois os dados fornecidos são de natureza quantitativa e exatamente os necessários para a resposta. A situação é pouco realista, na medida em que é pouco comum termos acesso a moedas de ouro e principalmente devido ao facto de não existirem moedas de ouro puro, mas sim de ligas de ouro (com pequenas percentagens de outros metais nobres como o cobre e o níquel, para aumentar a sua dureza e resistência). Embora o enunciado não forneça uma orientação, o modelo físico está pré-definido, pois este exercício foi proposto após a abordagem do conceito de densidade (*m*), que é definido matematicamente pela seguinte relação entre massa (*m*) e volume (*V*): $\rho = \frac{m}{V}$. O grau de dificuldade é baixo se os alunos já tiverem interiorizado a relação matemática entre os conceitos (a "fórmula"), pelo que bastará mobilizar procedimentos já estabelecidos.

Consideremos agora uma outra tarefa:

> Porque é que os cintos de segurança dos automóveis são constituídos por faixas largas? O que poderia acontecer se estas fossem estreitas? Justifique.

Neste caso, a tarefa está mais contextualizada, pois aplica-se a uma situação real. Não são fornecidos dados, pelo que o aluno terá que analisar a situação qualitativamente ou então particularizar para uma situação quantitativa concreta arbitrária, obtendo-se nesse caso resultados diferentes para os diferentes alunos. No caso desta tarefa ser proposta antes da abordagem do conceito de pressão, este será um verdadeiro problema, pois, nesse caso, os alunos não conhecerão ainda um modelo físico que se adapte à situação. Caso o conceito de pressão já seja conhecido pelos alunos, esta tarefa assumirá mais a natureza de um exercício.

Segundo este autor (Lopes, 2004), a distinção entre exercícios e problemas é importante porque têm funções educativas distintas e ambas necessárias. O exercício permite treinar determinadas operações ou procedimentos matemáticos e/ou de pensamento, de forma a que se tornem mais rápidos e rotineiros. Por isso, cumprem uma função importante. No entanto, há certas aprendizagens que não são feitas através da resolução de exercícios. Em particular, a modelação de situações físicas, a pesquisa, seleção e tratamento de informação e a articulação entre diferentes campos conceptuais restritos. As funções educativas do problema, em geral:

> dirigem-se para o desenvolvimento de competências de mais alto nível tanto do domínio cognitivo como dos domínios psicomotor e afectivo. Em geral, a resolução de um problema obriga a desenvolver a persistência e o espírito de sacrifício e, em alguns casos, o trabalho cooperativo. Também desenvolve competências psicomotoras se o enunciado não se restringir a tarefas de papel e lápis (Lopes, 2004, p. 204).

Os problemas podem ser apresentados para desencadear um novo tópico de estudo ou para o consolidar. No primeiro caso, a abordagem é essencialmente qualitativa e precede as abordagens conceptuais mais precisas (como é o caso da tarefa apresentada anteriormente). No segundo caso, a abordagem pode ser qualitativa e/ou quantitativa dependendo do nível de ensino em que nos encontremos (Lopes, 2004).

Na educação em química, a perspetiva é semelhante à da educação em física (Silva & Núñez, 2007), especialmente ao nível do ensino básico e secundário em que estas áreas são abordadas na mesma disciplina de Ciências Físico-Químicas.

1.2. A resolução de problemas na educação em Ciências Físicas e Naturais

A resolução de problemas tem mais tradição nas chamadas ciências exatas: Matemática, Física e Química. No ensino das ciências ditas naturais, só nas últimas décadas a resolução de problemas, enquanto metodologia de ensino, ganhou maior relevância. O problema deixa de ter o formato de um desafio de natureza quantitativa e passa a ser uma questão cuja resposta envolve algum tipo de desafio, como uma pequena investigação que inclui trabalho prático dos alunos (ex.: trabalho experimental, pesquisa, etc.), podendo envolver ou não a manipulação de dados de natureza quantitativa, recebendo a questão orientadora a designação de questão-problema (Martins et al., 2007a). Na proposta de guião sobre a flutuação em líquidos dos mesmos autores (Martins et al., 2007b), são propostas várias atividades de caráter experimental, isto é, em que se pretende que seja realizado controlo de variáveis, em que pode ser necessária ou não a manipulação de dados quantitativos. Por exemplo, na atividade com a questão-problema "A massa do objeto influencia a flutuação?", será adequado "pesar" vários objetos, experimentar se flutuam ou não, comparar resultados da flutuação dos objetos com os valores de massa medidos e verificar se existe alguma relação entre a massa e a flutuabilidade. Já na atividade com a questão-problema "A natureza do líquido influencia a flutuação?" (p. 13 e seguintes), embora se pretenda promover a realização de uma atividade experimental, esta pode ser realizada sem a manipulação de dados quantitativos, apenas com a verificação da flutuabilidade de alguns objetos em diferentes líquidos. A realização de qualquer destas atividades, no entanto, irá envolver várias etapas: uma interpretação da questão-problema e do seu contexto e as variáveis a considerar; uma planificação da atividade experimental, com os materiais necessários, o procedimento a realizar e o modo de registar as observações ou medições; uma previsão; a realização da experiência propriamente dita e respetivo registo de dados e observações e sua análise; e finalmente uma interpretação e conclusão. Chegados a este ponto, é necessário avaliar os resultados e conclusões no sentido de ver se fazem sentido face ao contexto inicial e, se necessário, ajustar o plano e repetir o processo.

Thouin (2008) considera as atividades de resolução de problemas como as mais relevantes e aquelas a que os alunos devem dedicar mais tempo na aprendizagem das Ciências Físicas e Naturais. Justifica esta posição com a ideia que também a "atividade científica é essencialmente uma atividade que consiste em resolver problemas" (p. 14). Neste trabalho, o autor propõe um número muito significativo de atividades investigativas de várias áreas da ciência e da tecnologia, adequadas a crianças dos 4 aos 11 anos. Inicia cada atividade com uma "questão" de partida desafiante que designa de "problema", embora uma análise das suas propostas permita verificar que os "problemas" de Thouin têm a mesma natureza das "questões-problema" de Martins et al. (2007), isto é, são questões desencadeadoras de pequenas investigações envolvendo trabalho prático dos alunos (pesquisa, trabalho experimental, etc.), preferencialmente trabalho em pequeno grupo, podendo envolver ou não a manipulação de dados quantitativos. Exemplos de "problemas" propostos: "É possível tornar um raio de luz visível?"; "Como se pode representar o sistema solar?"; "É possível estimar ou medir a quantidade de precipitação?". O primeiro exemplo, onde pretende que seja explorada a propagação retilínea da luz e o facto de só conseguirmos ver algo se chegar luz aos nossos olhos, é uma atividade de exploração envolvendo trabalho experimental, mas não dados quantitativos. Já nos exemplos seguintes, sobre a representação do sistema solar, se o quisermos fazer à escala, e sobre a medição (ou estimativa) da quantidade de precipitação, faz todo o sentido a manipulação de dados quantitativos, embora a exploração seja mais abrangente e desafiante do que o típico problema/exercício de aplicação de uma fórmula para chegar a um resultado.

Nesta perspetiva de problema associado à atividade investigativa de caráter experimental (Martins et al., 2007), o grau de abertura do problema/investigação pode assumir diferentes tipologias (cf. Tabela 2).

Tabela 2
Grau de abertura de uma investigação.

	Fechado	**Aberto**
Definição do problema /questão-problema para estudo	Estudo prescritivo, variáveis especificadas e operacionalizadas.	Estudo exploratório, a área de investigação pode ser especificada mas as variáveis não o são.
Diversidade de métodos	O professor determina o que deve ser feito ou condiciona o tipo de equipamento a usar.	Os alunos escolhem o que querem fazer.
Condução da experimentação	Um só método possível.	Vários métodos possíveis.
Obtenção da solução	Só existe uma solução.	São aceitáveis várias soluções.

Nota. Adaptado de Caamaño (2003, citado em Martins et al., 2007, p. 47)

A classificação quanto ao grau de abertura não pode ser feita apenas segundo a dicotomia fechado/aberto, já que podem considerar-se posições intermédias, conforme o desenvolvimento dos alunos. A modalidade do tipo "aberto" pode considerar-se como exigindo mais competências cognitivas e processuais, as quais, não tendo ainda sido desenvolvidas, condicionarão a opção por essa modalidade. O grau de abertura de uma investigação é um aspeto muito importante a ter em conta, consoante os objetivos de aprendizagem, o que também depende do desenvolvimento cognitivo dos alunos e do seu grau de autonomia (Martins et al., 2007, p. 47), pelo que devem ser propostas pelo professor atividades com um grau de abertura crescente à medida que os alunos se tornam mais autónomos.

1.3. A resolução de problemas na educação matemática

Uma definição de problema que marcou a educação matemática, apresenta-o como uma tarefa para a qual não existe um procedimento ou conjunto de procedimentos prontamente acessível/eis a quem é chamado a resolvê-lo, e que determine completamente o método de resolução (Lester, 1980). Um problema desta natureza faz-nos pensar imediatamente que se trata de uma situação suficientemente complexa para que seja necessário, pelo menos, interpretar e compreender as condições da situação, ponderar ou planificar um processo de resolução, executar esse processo e avaliar os resultados obtidos tendo em conta as condições iniciais da situação, isto é, verificar se os resultados são consistentes.

É muito comum na matemática escolar confundir problema com a sua forma de apresentação, por exemplo, com um enunciado escrito verbalmente. Esta é apenas uma forma de enunciar uma tarefa e não necessariamente um problema. Também não se pode considerar que seja problema pelo facto de envolver aspetos da realidade, isto é, descrever, na sua enunciação verbal (ou pictórica, ou esquemática,…) uma situação mais ou menos realista, uma vez que há problemas cujo contexto é próprio desta ciência; e também há situações realistas que não constituem problemas.

Uma análise a um qualquer manual escolar, usando como lupa ou filtro a conceção de problema proposta por Lester (1980), mostra como são raras as tarefas desta natureza. O que podemos encontrar com maior frequência são tarefas apresentadas por um enunciado verbalmente descrito, de um contexto mais ou menos próximo da realidade quotidiana, ou então de um contexto matemático, e que se resolve

aplicando métodos mais ou menos conhecidos ou previamente ensinados, habitualmente apresentadas no fim do capítulo dedicado ao assunto abordado. Como afirmou Pólya (2014), conhecido matemático e defensor da resolução de problemas no ensino, nestas situações o aluno aplica diretamente uma "regra que é colocada debaixo do seu nariz pelo professor ou pelo manual" (p. 48), não exigindo qualquer invenção ou desafio por parte do aluno, tendo a regra aqui um papel semelhante ao da "fórmula" na educação em física e em química.

Este tipo de tarefas, aparentemente "vestidas" de problemas, são apelidadas *word-problems* na literatura anglo-saxónica da educação matemática. Na utilização destes 'problemas', reconhece-se a necessidade de dar significado aos conceitos matemáticos por meio de uma contextualização mais ou menos realística, mas, quando são utilizados com demasiada frequência, de uma forma rotineira e sem alguns cuidados, é bem conhecido o efeito negativo que produzem. Tal efeito traduz-se no desenvolvimento de uma atitude acrítica por parte dos estudantes na interpretação e compreensão dos dados e condições explícitas no enunciado e nos resultados encontrados. Uma ilustração desta atitude é apresentada por Boavida et al. (2008), a partir de algumas respostas de crianças de 1.º ciclo a questões que lhes foram colocadas como se de problemas se tratasse. Sem lhes prestar a devida atenção, escolhem as operações a utilizar na resolução em função de pistas que encontram no enunciado, sem lhes atribuir verdadeiro significado (cf. Tabela 3).

No primeiro caso apresentado na Tabela 3 mostra-se uma situação ainda muito comum, em que o estudante ignora a desarticulação entre os dados fornecidos e a questão formulada e, procurando a operação que deve utilizar, efetua todas as que conhece e responde à questão usando o número que lhe parece mais adequado. No segundo e terceiro casos, o aluno realiza a operação que lhe é sugerida pela presença de palavras específicas: "menos" e "mais" respetivamente.

Questões	**Resoluções e respostas de alunos**
1. Um pastor tem 120 ovelhas e 3 cães. Quantos anos tem o pastor?	120 + 3 = 123 ; 120 − 3 = 117 ; 120 × 3 = 360 ; 120 | 3 → 00 40 → 0 Resposta: O pastor tem 40 anos.
2. Um agricultor tem 12 vacas. Todas morreram menos 5. Quantas vacas restam?	12−5=7 Resposta: Restam 7 vacas.
3. A Ana tem 5 bolas, que são mais 3 do que as da Rita. Quantas bolas tem a Rita?	5+3=8 Resposta: A Rita tem 8 bolas.

Tabela 3
Exemplos de questões colocadas a alunos do 1.º ciclo e suas resoluções acríticas.

Nota. Retirado de Boavida et al. (2008)

Para evitar estes vícios de pensamento na resolução de problemas, Greer (1997) recomenda:

- a diversificação dos contextos;
- o seu enriquecimento de modo a incluírem dados a mais ou a menos;
- a solicitação de estimativas, para além de cálculos exatos;
- a proposta de tarefas cuja resolução ultrapasse a utilização de meras operações;
- o envolvimento dos alunos na formulação ou reformulação do problema.

Voltando à conceção de problema proposta por Lester (1980), tomando como ideia fundamental para a sua definição a inexistência de um procedimento ou conjunto de procedimentos prontamente acessível/eis a quem é chamado a resolver, e o desafio inerente que esta ausência constitui, resulta que a atribuição da classificação de problema fica dependente do indivíduo que a vai resolver – dos seus conhecimentos, capacidades e até motivação para se envolver, em determinado momento, na resolução. Por exemplo, descobrir quantos apertos de mão são dados numa reunião de 20 pessoas pode constituir um problema para um aluno de 1.º ou 2.º ciclo, mas pode ser um mero exercício para quem compreenda a multiplicação no sentido combinatório, ou saiba tirar partido da estratégia de simplificar o problema, estudando casos mais simples (por exemplo, para 4, 5 ou 6 pessoas), e consiga generalizar o procedimento para 20 pessoas. Neste sentido, a classificação de uma tarefa como problema (ou outra tipologia) dependerá sempre da pessoa a quem se destina e, embora a distinção possa ser evidente se atendermos a ciclos de ensino diferentes, na verdade, a mesma tarefa pode constituir ou não um problema para diferentes alunos de uma mesma turma e para o mesmo aluno em diferentes momentos.

Há ainda outros aspetos que podem ser relevantes no envolvimento dos alunos na resolução de problemas e que justificam subclassificações. Por exemplo, no que respeita ao contexto, os estudos PISA, que envolvem alunos de 15 anos, selecionam itens com a preocupação em apresentar contextos autênticos e interessantes, considerando duas dimensões: o cenário (tecnológico ou não) e o foco (pessoal ou social) (OCDE, 2013). No relatório do PISA de 2018 (Lourenço, 2019), identifica-se ainda a consideração de contextos ocupacionais ou científicos. Ainda outro aspeto relevante diz respeito à informação apresentada no problema que merece, naqueles estudos, uma classificação: problemas estáticos (toda a informação relevante é apresentada) ou interativos

(alguma informação tem de ser descoberta, explorando a situação). Por exemplo, o problema dos apertos de mão ilustra um problema estático. Contudo, se modificarmos o contexto para uma competição de 20 equipas, que se enfrentam aos pares, e quisermos saber quantos jogos tem a competição, a estrutura matemática é a mesma, mas há uma informação adicional que tem de ser recolhida: cada par de equipas confronta-se em "duas mãos" ou joga uma única vez? Neste caso, estamos perante um problema interativo.

Esta classificação de problema interativo relaciona-se com o conceito de problema exploratório referido por Mason (1996), em que a situação de partida é suficientemente aberta para gerar novas questões ou extensões do problema propostas por parte dos alunos. Por exemplo, imaginemos que foi proposto a uma turma de 1.º ciclo a descoberta de todos os pentaminós. Trata-se de uma tarefa que constitui um problema para quase todos os alunos pois, apesar da facilidade que a maioria tem em encontrar alguns pentaminós, esgotar todas as possibilidades e garantir que não existem repetições exige organização, envolve raciocínio espacial, e não existe um método imediatamente acessível para chegar à resposta. Pode até constituir um problema fechado, uma vez encontradas todas as soluções. Contudo, uma cultura de sala de aula adequada poderá estimular os alunos a ir mais além. Alguns deles poderão reparar que certos pentaminós constituem a planificação de uma caixa sem tampa. Nesse caso, é natural que surja a vontade de descobrir quais são os pentaminós nestas condições. Para Mason (1996), estes problemas contribuem para um dos mais amplos objetivos da educação: "a estimulação dos estudantes para colocarem perguntas e para aprenderem o suficiente sobre vários modos disciplinados de investigação (um dos quais é a Matemática), de forma a saberem onde procurar assistência no futuro" (p. 79). Porém, para cumprir este objetivo, é necessário dar oportunidade aos alunos para participarem na formulação de problemas.

1.4. A formulação de problemas

A formulação de problemas na educação matemática tem sido um alvo da investigação que se acentuou sobretudo a partir dos anos 90. Há muitos estudos recentes e algumas publicações que se podem considerar de referência (e.g. Kilpatrick, 1987; Silver, 1994; 1995; Stoyanova & Ellerton, 1996; Christou at al., 2005; Brown & Walter, 2005; Singer & Voica, 2013) por abordarem questões essenciais sobre este campo: o que é formulação de problemas, que categorias para as tarefas de formulação de problemas, que estratégias podem ser usadas

na formulação, que competências se exigem a um formulador de problemas, que processos cognitivos são mobilizados. No âmbito deste capítulo, interessa-nos uma brevíssima referência ao que é a formulação de problemas, uma forma de arrumar diferentes tipos de tarefas de formulação e saber quais são os requisitos para que alguém possa formular um problema.

Stoyanova e Ellerton (1995) afirmam que a formulação de problemas é "um processo através do qual, com base na sua experiência matemática[1], os alunos constroem interpretações pessoais de situações concretas e as formulam como problemas matemáticos significativos" (p. 1). É importante sublinhar diferentes aspetos desta definição: i) trata-se da formulação de problemas que façam sentido, ii) a formulação nasce da interpretação de situações, contextos, informações, iii) esta interpretação baseia-se na experiência do aluno. Sobre estes dois últimos aspetos impõe-se reconhecer que as pessoas menos experientes, ou com menor nível de conhecimento sobre um determinado assunto, não fazem muitas perguntas sobre matérias mais difíceis. Ou seja, "uma teoria sobre questionamento que sugira que as pessoas fazem perguntas para preencher as suas estruturas de conhecimento é simplista demais. As pessoas não parecem ser capazes de lidar com material, muito além do conhecimento que possuem" (Miyaki & Norman, 1978, pág. 16). Esta afirmação não se refere a estudantes, mas a qualquer pessoa. Na história das ciências conseguimos identificar muitos daqueles que foram decisivos para as mudanças de paradigmas e alargaram os horizontes com os problemas que colocaram.

Na Tabela 4 mostra-se uma tarefa de formulação de problemas proposta a alunos do 3.º ano de escolaridade, assim como quatro resoluções (quatro problemas formulados e respetivas resoluções) de alunos. De entre as 16 perguntas (problemas) feitas pelos alunos e que puderam ser analisadas, 14 incidem sobre o número de passos entre uma dada quantidade de postes (10 ou um número diferente).

[1] Parece-nos que esta definição é suficientemente abrangente para se poder aplicar a outras áreas científicas para além da Matemática.

Situação problemática apresentada	e tarefa proposta
A Helena andava no passeio da rua onde morava e reparou que havia 10 postes de iluminação, todos à mesma distância uns dos outros. Ela contou 36 passos certinhos entre o primeiro e o terceiro poste.	Faz uma boa pergunta para transformar este texto num problema de matemática. Responde à pergunta que fizeste e mostra como pensaste através de palavras, desenhos ou contas
Perguntas formuladas por alunos	**e sua resolução**
A. Se ela andasse do primeiro ao quarto quanto passinhos fazia ela?	36x4=144 Fazia 144 passos entre o 1º e 4º poste de eletricidade.
B. Se a Helena contou 36 passos certinhos do primeiro poste ao outro, quantos passos é que ela conta do primeiro ao décimo?	36+36+...+36=360 36x10=360 A Helena contou 360 passos certinhos.
C. Quantos passos seriam de dois postes [entre dois] de iluminação?	$36 \times \frac{1}{2} = 18$
D. Se contasse até ao 9º poste de iluminação, quantos passos dava?	36x3=108 Dava 108 passos.

Tabela 4
Tarefa de formulação de problemas e algumas resoluções de alunos.

Nota. Adaptado de Almeida (2011)

Muitas perguntas dos alunos não estavam claras no seu enunciado escrito, mas a resolução apresentada esclareceu o sentido da pergunta. Apenas uma pergunta não envolvia exclusivamente a multiplicação, assunto que estava a ser estudado nas aulas, em situações de proporcionalidade direta. Naturalmente, para além do contexto, foi este conhecimento da multiplicação que esteve na origem da pergunta e da resposta. Todos os alunos pensaram que conseguiam responder à sua questão e usaram exatamente a ideia que tinham do processo de resolução para formular a pergunta. Repare-se, em particular, como na última pergunta, D (Tabela 4), em que o aluno escolhe o 9 como condição na sua pergunta, pensando que obteria a resposta pela determinação do triplo da informação dada no contexto – o número de passos até ao 3.º poste.

O que está implicado na formulação de um problema para o sujeito que o faz é caracterizado por Kontorovich e Koichu (2009) em quatro categorias:

- **Recursos** – conhecimento matemático, competência na resolução de problemas, e o estímulo que é dado para a formulação do problema;
- **Heurísticas** – compreensão dos processos de abordagem ao estímulo no sentido de lhe dar significado, selecionar, traduzir e codificar informação e as estratégias de formulação de problemas;

- **Aptidão** – inclui as crenças e a capacidade de monitorização dos próprios processos e avaliação da solução encontrada;
- **Contexto** – situação em que decorre a atividade de formulação de problemas, se é um contexto escolar ou outro.

Esta caracterização dá uma ideia da diversidade de condições presentes na atividade, e de complexidade, mas também nos permite refletir sobre a impossibilidade (ou inconveniência) de desligarmos a resolução de problemas da formulação de problemas. Até porque a interpretação do enunciado de um problema é já uma reformulação desse enunciado. E é nesse sentido que Edward Silver (1995) propõe uma forma de distinguir as tarefas de formulação de problemas: i) a formulação do problema antes da resolução, ii) a formulação que ocorre durante a resolução e iii) a formulação feita depois de concluída a resolução. Portanto, não se trata de inventar problemas sem um ponto de partida, o ponto de partida é um problema ou uma situação problemática.

No exemplo de tarefa de formulação de problemas que se deu acima não havia inicialmente um problema, na medida em que não estava formulada nenhuma pergunta, mas havia um contexto passível de ser problematizado.

Suponhamos que o problema estava formulado e a pergunta era a da alínea B (Tabela 4): "Se a Helena contou 36 passos certinhos do primeiro poste ao outro, quantos passos é que ela conta do primeiro ao décimo?". Ajudaria a resolver corretamente o problema ter presente duas informações, as quais surgiriam se, em situação de sala de aula, antes de iniciar a resolução do problema, o professor lançasse aos seus alunos a questão "Que precisamos de saber para resolver este problema?" - na verdade, esta pergunta colocada pelo professor já é a pergunta de um problema colocado antes da resolução. Os alunos poderiam responder "Precisamos saber quantos passos se dão entre dois postes" - pergunta da alínea C - e "o número de espaços entre dez postes". Estas frases não estão na interrogativa, mas respondem a perguntas. Portanto, o professor, em vez da pergunta que fez sobre as informações necessárias, também poderia ter pedido que os alunos formulassem outras perguntas possíveis para além da que constava no problema. Certamente que algumas perguntas incidiriam sobre as informações necessárias, como a pergunta na alínea C. contribuindo para a resolução correta do problema inicial.

Imaginemos agora que o problema estava formulado, como se diz no parágrafo anterior, com a pergunta na alínea B, e que os alunos ti-

nham iniciado a sua resolução. O professor, observando o modo como os alunos procediam, verificava que estavam a multiplicar 36 por 10. Em vez de denunciar o erro, poderia propor a formulação de outras perguntas passíveis de resolução no mesmo contexto. E, tal como as que poderiam ter sido formuladas no início, também agora surgiriam as questões cujas respostas iriam colocar em julgamento a resposta à pergunta do problema obtida pela multiplicação de 36 por 10.

Falta agora pensarmos no que seria o problema formulado depois de resolvido este de que já falámos acima. Tendo chegado à resolução correta, que poderia ter sido conseguida determinando o número de passos entre dois postes e multiplicado esse valor por 9 (e não 10), o professor poderia pedir aos alunos que descobrissem as soluções para outros números de postes. Esta proposta promove uma estratégia de formulação de problemas apresentada em Brown e Walter (2005) que se traduz pelo questionamento dos dados do problema: "E se…?" i.e., "E se em vez de 10 fossem…?". Um questionamento destes poderia ter sido usado durante a resolução do problema por quem se sentisse em dificuldade e, em vez de resolver o problema para 10 postes, o simplificasse usando um número menor, ou o representasse esquematicamente. A variação do número de postes permitiria observar o processo de resolução. Outra proposta de questionamento após a resolução do problema passaria pela descoberta de outros contextos que se resolvessem do mesmo modo. Assim, olhando globalmente para o que se passou nestas três categorias de tarefas de formulação de problemas, a atividade iniciou-se formulando perguntas sobre um contexto para encontrar um modo de resolução, terminando na procura de contextos nos quais esse modo de resolução também se aplica. Esta ideia do contexto passível de ser problematizado tem bastante semelhança com a ideia do cenário da ABRP, de que iremos falar mais à frente.

2. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA SALA DE AULA - CAMINHOS PARA A INTEGRAÇÃO CURRICULAR

2.1. A aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) em Ciências Naturais

Nos últimos 50 anos, surgiu uma abordagem designada aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) em que o conceito de problema é também mais abrangente, fugindo do tradicional problema "numérico" (envolvendo dados de natureza quantitativa) para um qualquer conteúdo relacionado com o quotidiano que os estudantes

ainda não dominem e com capacidade de lhes gerar uma motivação intrínseca.

A ABRP, que na língua inglesa se designa Problem-Based Learning (PBL), surgiu na década de 1960 no contexto da formação médica, no Canadá. Howard Barrows, médico e professor de medicina na Universidade McMaster em Hamilton, Ontário, Canadá, queria desenvolver métodos de ensino que promovessem as capacidades de reflexão dos estudantes fora da escola, na vida quotidiana (Barrows, 1985, citado em Delisle, 1997). Para Barrows, o objetivo último da educação médica era formar médicos capazes de gerir os problemas de saúde de quem os procurava, de forma competente e humana. Para isso, o médico devia não só ter conhecimento mas também a habilidade para usá-lo em contexto real, o que nem sempre acontecia com a modalidade de ensino tradicional. Barrows projetou uma série de problemas que iam além dos estudos de caso convencionais. Ele não forneceu aos alunos todas as informações, mas exigiu que pesquisassem uma situação, formulassem perguntas apropriadas e produzissem o seu próprio plano para resolver os problemas. Isso cultivou o "processo de raciocínio clínico" dos estudantes, bem como a sua compreensão das ferramentas à sua disposição. Ele descobriu que a ABRP também desenvolveu as competências dos estudantes para estender e melhorar o seu conhecimento, para se manterem atualizados num campo da medicina em constante desenvolvimento, e para aprender como tratar novas doenças que encontrassem. Os estudantes que foram ensinados por meio do ABRP tornaram-se “aprendentes autónomos” com o desejo de conhecer e aprender mais, com a capacidade de formular as suas necessidades como estudantes e com a habilidade para selecionar e utilizar os melhores recursos disponíveis para satisfazer essas necessidades (Delisle, 1997).

De acordo com Delisle (1997), com esta metodologia, os estudantes esforçam-se mais por compreender e por recordar quando veem conexões entre o material que estudam e suas próprias vidas. Os estudantes perguntam constantemente porque precisam estudar um assunto ou qual será a utilidade que certa informação tem para eles. A ABRP responde a essas perguntas colocando a aprendizagem no contexto da vida real. Os estudantes adquirem novos conhecimentos e competências para resolver um problema ou concluir uma tarefa que é muito relevante para as suas vidas. A ABRP lida com problemas que estão o mais próximos possível das situações reais. Assim, os estudantes estão motivados, o que também contribui para uma aprendizagem mais significativa.

A ABRP, tal como foi proposta inicialmente, não é apenas uma estratégia de ensino, mas também uma forma de organização curricular, visto que os problemas reais frequentemente abarcam conteúdos que extravasam as próprias disciplinas.

De acordo com Leite e Afonso (2001), o ensino das ciências orientado para a ABRP pode organizar-se em torno de quatro fases:

- Primeira fase – *Seleção do contexto* – Da responsabilidade do professor. O professor identifica um contexto problemático que possa fazer emergir os problemas a tratar ou os problemas que permitam abordar os conceitos que o professor pretende abordar. Esta tarefa requer a seleção de materiais impressos (ex.: artigos de revista ou de jornal, etc...), videogravados (ex.: notícias de televisão, filmes, etc.), etc., que sejam adequados ao nível dos alunos e tenham a probabilidade de os interessar, por lhes colocarem questões e desafios...

- Segunda fase – *Formulação dos problemas*. Pretende-se que, com base no contexto apresentado, sejam os alunos a colocar questões, desempenhando o professor o papel de orientador (não diretivo) do processo. A partir do contexto problemático, os alunos devem explicitar os problemas e as questões que este lhes suscita, competindo ao professor a tarefa de promover a clarificação dos problemas formulados, da rejeição de problemas irrelevantes, a constatação de eventuais sobreposições entre problemas formulados, etc., com vista à identificação dos problemas a considerar para efeitos de resolução pelos alunos. A experiência e conhecimentos do professor desempenham um papel fundamental nesta tomada de decisões.

- Terceira fase – *Resolução dos problemas*. É uma fase que pode ser longa... Nesta fase, o professor desempenha, mais uma vez, o papel de orientador do trabalho dos alunos, mas é a estes que compete trabalhar a fim de resolverem os problemas formulados e selecionados. Para resolver um problema identificado, os alunos terão que começar por reinterpretá-lo, planificar a sua resolução, implementar as estratégias de resolução planificadas, obter a solução (se ela existir) e avaliá-la. Durante este processo, eles precisarão de consultar diversos tipos de fontes de informação (livros, revistas, jornais, relatórios, filmes, documentários, etc., impressos ou em suporte eletrónico), realizar diversos tipos de atividades (atividades laboratoriais, saídas de campo,

entrevistas a membros da comunidade, etc.). O professor deverá assegurar que a informação mínima necessária está acessível aos alunos, mas estes deverão ser impelidos para a identificação e localização de informação relevante. Refira-se ainda que os alunos de uma turma poderão trabalhar simultaneamente num mesmo problema, trabalhar em diferentes subproblemas de um dado problema ou trabalhar em diferentes problemas, dependendo da natureza e interdependência dos problemas a resolver. Depois de analisada a solução obtida, de avaliado o processo de resolução e de integrados os conhecimentos adquiridos através da resolução dos diferentes sub-problemas (caso estes existam) ou problemas eventualmente trabalhados em simultâneo, o ciclo repete-se até se esgotarem todos os problemas formulados e considerados relevantes para serem tratados.

- Quarta fase – *Síntese e avaliação do processo*. Nesta fase, a realizar conjuntamente pelo professor e pelos alunos, deverá ser feita a verificação de que todos os problemas inicialmente formulados foram resolvidos ou não têm solução, deverá ser feita uma síntese final dos conhecimentos (conceptuais, procedimentais, atitudinais) obtidos ou desenvolvidos e com a avaliação de todo o processo, quer em termos de eficácia de aprendizagem, quer em termos de desenvolvimento pessoal, social, ético e moral ocorrido (pp. 256-258).

De acordo com as mesmas autoras (Leite & Afonso, 2001), "implementar um ensino orientado para a ABRP coloca desafios muito grandes aos intervenientes e especialmente aos professores" (p. 258), dado que requer uma grande alteração no papel do professor, nas atividades de aprendizagem e na sua forma de implementação, na organização da sala de aula e na gestão dos espaços e dos recursos. No entanto, esta estratégia de ensino coloca os alunos numa situação não só de aprenderem ciência, mas também de aprenderem a fazer ciência (de forma integrada, contextualizada e cooperativa) e de aprenderem a aprender, desenvolvendo, assim, diversas competências relevantes para o cidadão comum.

2.2. O ensino exploratório da Matemática

De certa forma, podemos encontrar algum paralelismo entre a ABRP em ciências e o ensino exploratório em Matemática. Não se trata de uma coincidência, mas sim da consequência natural de propor uma abordagem para o ensino consonante com o conhecimento que hoje

temos sobre a forma como se aprende. Concretamente, como afirma Ponte (2005), a aprendizagem decorre "sobretudo, não de ouvir directamente o professor ou de fazer esta ou aquela actividade prática, mas sim da reflexão realizada pelo aluno a propósito da actividade que realizou" (p. 15). Esta perspetiva sugere uma mudança do ensino dito "tradicional" ou "direto", centrado no professor e seguindo um modelo de aula que em que este expõe os conteúdos e resolve alguns exemplos de exercícios que os alunos deverão posteriormente aplicar a outros casos, para uma estratégia de "ensino-aprendizagem exploratório", em que os alunos se envolvem ativamente na resolução de uma variedade de tarefas que são discutidas coletivamente, podendo servir de base a uma elaboração teórica. No ensino direto, a comunicação tende a estar centrada no professor e na clareza do seu discurso, cabendo aos alunos o papel de responder às questões colocadas e colocar dúvidas. Já o ensino exploratório atribui um maior destaque à comunicação do aluno, reservando-lhe momentos para explicar os seus raciocínios, apresentar as suas produções e discutir as dos seus pares, propor questões a estudar ou envolver-se em momentos de reflexão, balanço e sistematização de conhecimentos.

Naturalmente, estas duas formas de ensinar não se encontram em polos opostos e, como afirma Ponte (2005), existem muitas versões intermédias dos dois tipos de ensino. Por um lado, é evidente que também no ensino-aprendizagem exploratório se resolvem exercícios e existem momentos em que o professor assume protagonismo. Por outro, também no ensino direto haverá situações em que o professor favorece a participação dos alunos e, pontualmente, propõe a resolução de problemas ou tarefas investigativas. Porém, o que distingue um estilo de ensino do outro é a maior predominância ou regularidade de um tipo de trabalho em relação ao outro.

A aparente diminuição de protagonismo do professor no ensino exploratório não significa que o seu papel fique facilitado, antes pelo contrário. Como afirma Canavarro (2011),

> o ensino exploratório da Matemática não advoga que os alunos descobrem sozinhos as ideias matemáticas que devem aprender, nem tão pouco inventam conceitos e procedimentos ou lhes adivinham os nomes. Muito menos se advoga que isso acontece enquanto o professor espera tranquilamente sentado pelos rasgos iluminados e criativos dos seus alunos (p. 11).

Pelo contrário, a típica aula de ensino exploratório envolve várias fases, qualquer uma delas bastante exigente para o professor:

1. Apresentação da tarefa aos alunos. Neste momento, o professor propõe à turma o trabalho a desenvolver durante a aula e a forma como se vão organizar. Promove a interpretação adequada da tarefa e procura motivá-los para a sua resolução. Esta fase pressupõe um trabalho prévio do professor na seleção criteriosa da tarefa para proporcionar aprendizagens significativas e que vão ao encontro dos objetivos curriculares;

2. Resolução da tarefa pelos alunos. Organizados individualmente, a pares ou em pequeno grupo, o professor vai apoiando a resolução da tarefa tendo o cuidado de gerir as suas intervenções de modo a ajudar os alunos a ultrapassar as dificuldades, sem diminuir o desafio cognitivo inerente à tarefa. Também este trabalho é muito exigente, sobretudo se os alunos não estão habituados a esta dinâmica e revelam pouca autonomia, solicitando permanentemente o professor. Deste modo, foi necessário uma preparação do professor que antecipou as possíveis resoluções dos alunos e principais dificuldades, indicações ou pistas a fornecer, bem como eventuais extensões da tarefa para os alunos que revelem mais facilidade. Ao mesmo tempo que faz o acompanhamento e monitorização do trabalho da turma, o professor tem de recolher informação sobre o modo de gerir a fase seguinte.

3. Discussão da tarefa. As tarefas mais comuns no ensino exploratório, como o caso dos problemas, favorecem o aparecimento de diferentes resoluções, estratégias ou, como já vimos, até o surgimento de novas questões. Desta forma, muito mais do que corrigir a tarefa, o que é frequente no caso dos exercícios, esta fase implica mais tempo e participação dos alunos que apresentam as suas resoluções, o tipo de representações que usaram (por exemplo, uma tabela, um diagrama, uma expressão algébrica, um desenho, etc.) e a forma como pensaram, respondendo ainda às questões dos seus colegas e professor. Embora seja dada a voz aos alunos, também aqui é fundamental o papel do professor em orquestrar esta discussão. A sua preparação começou antes da aula, antecipando o que a turma poderia fazer, e continuou durante o trabalho autónomo dos alunos, em que foi selecionando as produções que entendeu serem relevantes para discutir - seja por apresentarem estratégias pertinentes, seja por incluírem erros significativos cuja desconstrução constitua nova

oportunidade de aprendizagem. Esta opção exige ainda outro esforço ao professor - a criação de um ambiente e cultura de sala de aula onde a participação seja valorizada e o erro seja encarado como natural.

4. Síntese final. É nesta fase que o professor sistematiza as aprendizagens, convidando os alunos a olharem retrospetivamente para as apresentações, tentando compará-las, identificando as suas potencialidades, relacionando com outras tarefas já realizadas ou estabelecendo conexões com outros tópicos. Frequentemente, esta síntese faz ainda ponte para a introdução de um novo conceito ou procedimento, estabelecendo uma ligação entre a experiência dos alunos e novo conhecimento de modo a dar-lhe significado. Naturalmente, também esta fase exigiu preparação, requerendo ao professor um conhecimento didático aprofundado, em particular do currículo, que lhe possibilita estabelecer conexões internas e externas.

2.3. O estabelecimento de conexões e a integração curricular

O Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória (Martins et al., 2017) define um conjunto de dez áreas de competência que constituem uma combinação de conhecimentos, capacidades e atitudes, entre as quais se incluem o Raciocínio e Resolução de Problemas e o Saber Científico, Técnico e Tecnológico. No caso desta área, o documento estabelece descritores que sublinham a importância de os alunos formularem e resolverem questões que mobilizam conhecimento adquirido e estimulam a construção de novo conhecimento de forma articulada:

> Os alunos compreendem processos e fenómenos científicos e tecnológicos, colocam questões, procuram informação e aplicam conhecimentos adquiridos na tomada de decisão informada, entre as opções possíveis. Os alunos trabalham com recurso a materiais, instrumentos, ferramentas, máquinas e equipamentos tecnológicos, relacionando conhecimentos técnicos, científicos e socioculturais (p. 29).

De facto, esta proposta aponta para a necessidade de um currículo que contrarie a tendência para o desenvolvimento de um conhecimento compartimentado, onde os alunos não reconhecem ligações entre

diferentes campos do conhecimento, entre estes e o seu quotidiano, e até dentro da mesma área disciplinar. Como refere o NCTM (2007), "a matemática não é um conjunto de temas ou normas soltas, embora seja frequentemente dividida e apresentada dessa forma" (p. 71).

No âmbito da educação matemática, Ponte (2010) organiza as conexões em três categorias: i) entre conceitos e representações de um mesmo tema; ii) entre conceitos e representações de temas distintos; e iii) entre conceitos e representações matemáticas e situações exteriores à matemática.

Tomando como exemplo o conceito de número racional, podemos incluir, no primeiro grupo, as conexões entre vários tipos de representações, como a decimal e a percentagem; no segundo grupo, a sua interpretação no campo da Estatística enquanto frequência relativa; e, no terceiro grupo, a sua interpretação em contextos reais, como a leitura da carga da bateria de um telemóvel ou a escala de um mapa. Em qualquer dos casos, não se trata necessariamente de estabelecer ligações entre ideias já conhecidas, pois "o sentido que damos a uma ideia matemática depende das conexões que estabelecemos entre essa ideia e outras ideias matemáticas que possuímos" (Ponte, 2010, p. 3), ou seja, da ligação entre o que já conhecemos e estamos a conhecer. Neste sentido, o conhecimento do icon da carga da bateria de telemóvel pode constituir um exemplo que ilustra a aplicação do conceito de percentagem ou ser mobilizado para dar sentido à introdução daquele conceito, constituindo-se como um recurso para a sua aprendizagem (Guerreiro et al., 2018).

Para o NCTM (2007), um currículo que favoreça o estabelecimento de conexões internas e externas, isto é, ligações entre conhecimentos da mesma área e ligações entre diferentes áreas ou entre estas e a realidade, promove uma compreensão que é não só mais profunda, mas também duradoura. Deste modo, os professores deverão ajudar os alunos a desenvolver a predisposição para utilizarem estas ligações na resolução de problemas, tirando partido das suas experiências. Boavida et al. (2008) recordam ainda que as crianças chegam à escola já com um riquíssimo conhecimento informal e que a sua curiosidade e entusiasmo natural para explorar o mundo deve ser valorizado. Fica claro que é importante uma participação ativa do aluno no desenvolvimento das atividades em sala de aula. Melhor, é importante que as atividades de aprendizagem na sala de aula, para além de envolverem o aluno ativamente na resolução de tarefas propostas pelo professor, promovam a sua intervenção no levantamento de questões-problemas.

Sublinhe-se, mais uma vez, não se trata de retirar ao professor o papel de ensinar, de propor e orientar as atividades de aprendizagem. Na verdade, o professor precisa de competências mais exigentes, seja no conhecimento científico do que ensina, seja nas conexões desse conhecimento com o de outros domínios, assim como das respetivas metodologias de ensino.

Quando o professor é um promotor de situações que provoquem a formulação de problemas pelos seus alunos, situações essas que possibilitem a integração disciplinar, a qualidade da sua formação passa necessariamente por ser simultaneamente mais aprofundada do ponto de vista disciplinar e interdisciplinar. Não é possível ter a capacidade de desenvolver atividades interdisciplinares sem um conhecimento aprofundado de diferentes áreas científicas. É por esse motivo que as verdadeiras atividades promotoras de integração interdisciplinar são comumente construídas e desenvolvidas em trabalho colaborativo de grupos de professores. Numa atividade educativa, a integração curricular dá-se quando se aprende algo de cada uma das áreas científicas envolvidas. Não se pode considerar que há integração com uma área se a atividade realizada for apenas um pretexto (contexto) ou apenas um meio de execução.

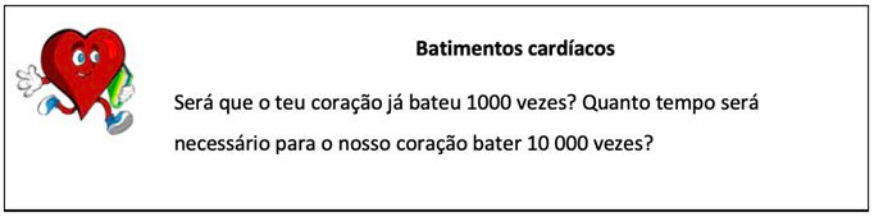
3. UM EXEMPLO DE SALA DE AULA

A atividade que propomos como exemplo de integração envolve a área das Ciências Naturais e da Matemática. É uma atividade particularmente adequada a um 3.º ano de escolaridade, uma vez que envolve conhecimento que consta do currículo desse ano nas duas áreas. O ponto de partida tanto pode ser de uma como da outra. Na área das Ciências Naturais envolve um tema que, para além de constar no currículo, o corpo humano, é um interesse espontâneo dos alunos. Igualmente na área da Matemática, os alunos gostam de números grandes logo que começam a dominar o modo como se desenvolvem, como crescem os números no sistema de numeração.

Quer a proposta de trabalho seja colocada pelo professor, ou manifestada por uma criança, é fundamental que ela seja apropriada por outros - seja por um pequeno grupo ou pela turma toda. Nesse sentido, uma forma de envolver todo o grupo no estudo é abrir a possibilidade de todos formularem as questões a investigar. Melhor ainda é que todos possam dizer o que sabem sobre o assunto (ficando registado) para depois colocarem as questões sobre o que querem saber (tendo

presente o que disseram saber). O professor tem a missão de assegurar que estão colocadas as questões essenciais e de colocar alguma que fizer falta.

A figura 1 mostra um problema que pode ser colocado aos alunos do 3.º ano. No entanto, mostraremos resoluções de alunos de um 4.º ano[2] onde a tarefa foi aplicada.



Nota. Retirado de Mendes et al. (2010, pág. 7)

Figura 1
Tarefa: Problema com um contexto passível de proporcionar trabalho interdisciplinar.

Do ponto de vista aritmético, a tarefa pode conduzir os alunos a recorrerem a uma divisão ou à multiplicação. Contudo, a tarefa proposta não corresponde ao "problema" típico de divisão em que é conhecido o dividendo e o divisor, restando ao aluno reconhecer que é aquela operação que resolve a questão e efetuar o cálculo corretamente, seja usando o algoritmo, seja recorrendo a uma estratégia informal. De facto, para resolver as questões propostas, será necessário reunir alguma informação que não é fornecida e, antes disso, formular questões como: Quantas vezes bate um coração num certo período de tempo (por exemplo, 1 minuto)? Será diferente para uma criança ou para um adulto? Quando está a dormir, bate da mesma forma que acordado? E se estiver em grande atividade física, é muito diferente? Na Figura 2, podemos ver como a Verónica assume este problema como sendo realista e tem em conta o seu conhecimento sobre o funcionamento do coração.

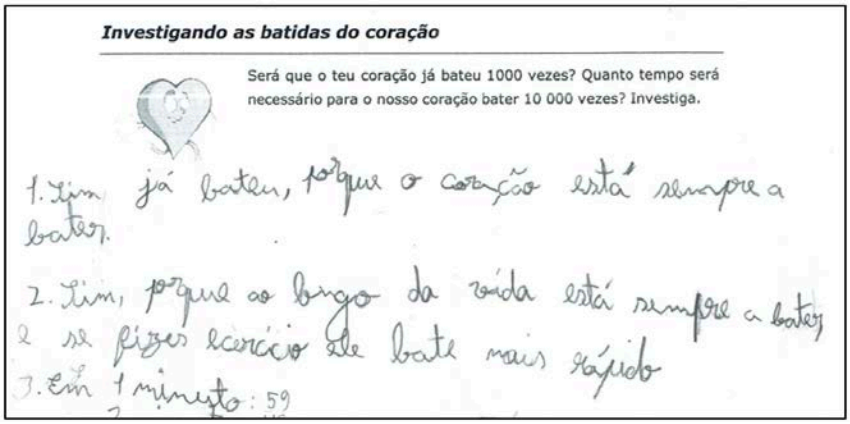


Figura 2
Excerto da resposta da Verónica[3] (4.º ano).

[2] Agradecemos à professora Célia Dias do A.E. Q.ta de Marrocos a disponibilização destas resoluções.
[3] Todos os nomes de alunos são fictícios.

Desta forma, estamos perante um problema interativo em que a formulação de questões permite obter a informação adicional necessária à resolução do problema e, mais ainda, conduzir a respostas que podem ser diferentes de aluno para aluno. Neste ponto, o professor poderá explicar aos alunos uma ou duas formas de medir a frequência cardíaca. Uma forma simples consiste em pressionar levemente com as pontas dos dedos indicador e médio no punho, junto à base do polegar, até sentir as pulsações na artéria radial. Então, contar as pulsações durante um minuto, ou durante 30 segundos e multiplicar por dois. Outro ponto do corpo muito utilizado pelos socorristas para medir a pulsação é a região lateral do pescoço, sendo neste caso as pulsações medidas na artéria carótida.

Do ponto de vista da aprendizagem das Ciências Naturais, é muito relevante explorar com os alunos um pouco da anatomia e do modo de funcionamento do coração e do sistema cardiovascular, respondendo às questões que forem surgindo. Aqui serão fundamentais alguns suportes didáticos, como modelos ou cartazes (representativos do coração e dos principais vasos sanguíneos) ou preferencialmente um pequeno vídeo que mostre o mecanismo do coração a bombear o sangue, por impulsos sucessivos, em que cada contração ventricular gera uma pulsação nas artérias, e que mostre também as válvulas cardíacas, cujo movimento de fecho produz o som do batimento. Em alternativa, também se poderia iniciar uma pequena investigação sobre o coração e o sistema cardiovascular, a ser realizada pelos alunos através de pesquisas desde que o professor previamente selecionasse ou elaborasse e colocasse à disposição dos alunos, informação suficientemente completa, rigorosa e adequada ao nível etário dos alunos.

Uma vez recolhida a informação necessária relativa ao dado em falta (o número de batimentos num certo período de tempo), é preciso tomar algumas decisões que envolvem o significado de estimativa: Vamos supor que nos encontramos sempre em repouso? Precisamos de usar valores muito precisos, decorrentes dos cálculos obtidos, ou podemos usar arredondamentos? A resposta de Vitória mostra uma intenção de ser precisa na medição, pois a aluna usa exatamente 59 batimentos por minuto[4]. A mesma postura identificamos na resposta da Eva (cf. Figura 3) que usa 52 batimentos por minuto[4], ao contrário da Mónica que parte de 100. Naturalmente, valores tão distintos conduzem a respostas muito diferentes que podem ser aproveitadas pelo professor para discutir com a turma a adequação dos arredondamentos.

[4] Este valor, extremamente baixo para uma criança, é provável que corresponda a um erro de medição.

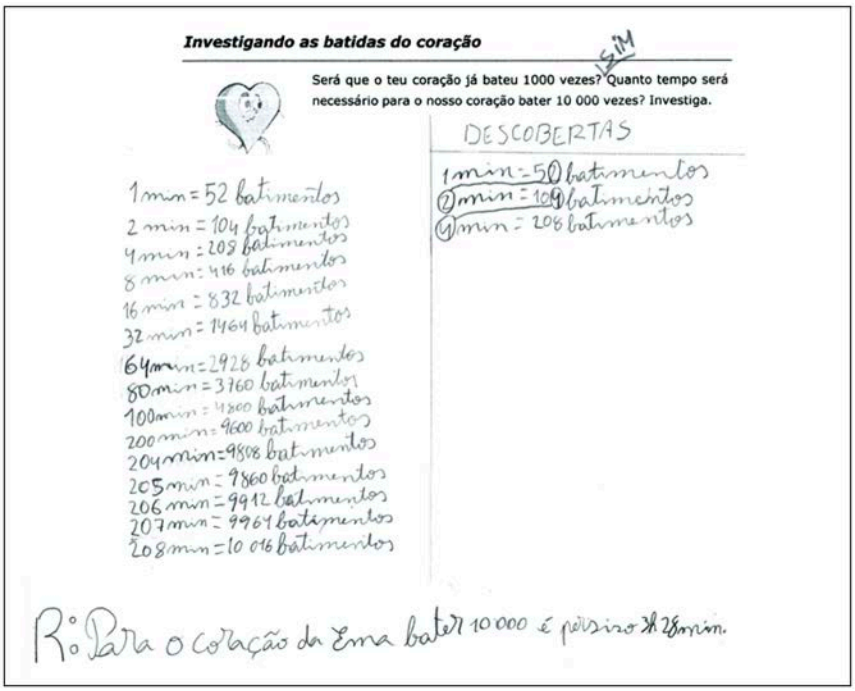


Figura 3
Resposta da Eva (4.º ano).

Analisando agora as resoluções de Eva (cf. Figura 3) e da Mónica (cf. Figura 4), podemos levantar a hipótese de que os diferentes valores com que partiram tenham influenciado a escolha da estratégia de resolução. Eva procura os produtos entre o número de batimentos por minuto e o tempo decorrido, recorrendo sobretudo à estratégia dos dobros, de modo a aproximar-se progressivamente de 10 000. A partir de 200 minutos, vai dando "pequenos saltos" usando a propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição (p.e., 204x52=200x52+4x52). Comete um pequeno erro ao fazer o dobro de 832, mas o seu raciocínio está correto. No que diz respeito a Mónica, a utilização de um valor de referência, o 100, que facilmente relaciona com 1000 e 10000, leva-a a resolver o problema apenas usando raciocínio proporcional. Em ambos os casos, as alunas mostram ter compreendido o problema e utilizado estratégias adequadas. As suas resoluções constituem produções interessantes para serem discutidas num momento coletivo, identificando aspetos pertinentes e outros que poderiam ser melhorados.

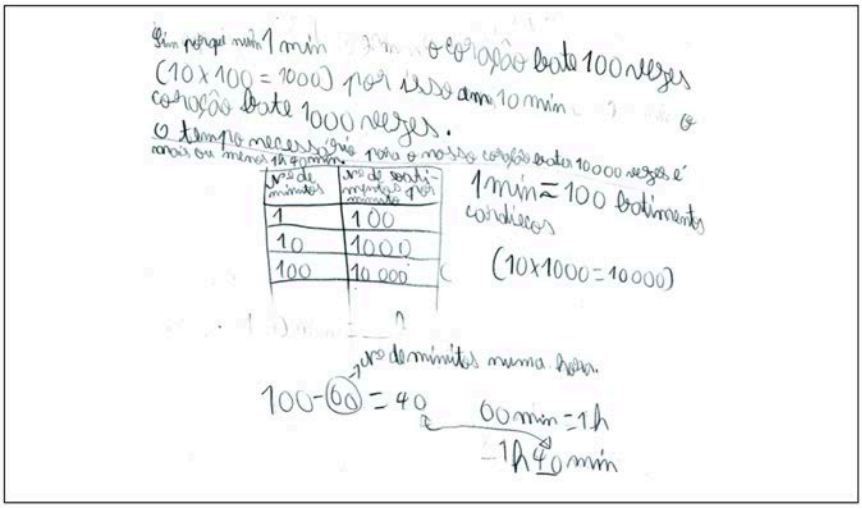


Figura 4
Resposta de Mónica (4.º ano).

Como já referimos anteriormente, o contexto desta tarefa pode ser favorável à formulação de questões. Por isso, é natural que já depois de finalizada a resolução da tarefa surjam novas perguntas: Quantas vezes já terá batido o coração do professor? E o coração de uma pessoa que viva 90 anos, quantas vezes baterá? A extensão da situação inicial a questões deste tipo naturalmente conduzirá os alunos a raciocinar proporcionalmente e gerar números muito maiores, para os quais têm habitualmente mais dificuldade em atribuir sentido. A realização de várias experiências multiplicará o número de cálculos, pelo que faz sentido considerar a utilização de uma calculadora, que libertará os alunos de um trabalho mais fastidioso e ajudará a que se concentrem na observação dos efeitos de multiplicar (ou dividir) um número sucessivamente por outros números superiores a 1.

Considerações finais

Procurámos ao longo deste capítulo apresentar diferentes perspetivas sobre a resolução de problemas, tanto na área do ensino das ciências físicas e naturais, como na perspetiva da educação matemática, sendo a nossa preocupação principal abrir caminho para o desenvolvimento de atividades que envolvam, de um modo integrado, o ensino e a aprendizagem. Apresentámos o ponto de vista do ensino em cada área, ilustrando com exemplos as distintas metodologias de ensino e aprendizagem, dando visibilidade às que promovem o estabelecimento de conexões intra e inter disciplinares. Desta forma, promovemos uma leitura do modo como elas se aproximam. O exemplo de uma possível situação de sala de aula do 1.º ciclo contribui para a síntese das duas perspetivas, sendo propícia à formulação e resolução de pro-

blemas significativos das duas áreas disciplinares, envolvendo também um tema pelo qual há um interesse intrínseco das crianças.

Algumas ideias ficaram mais claras para nós: um ensino que dê importância a atividades de cariz integrador de diferentes disciplinas e à formulação de problemas por parte dos alunos é fundamental numa educação para os tempos atuais. Neste tipo de atividades, altera-se, em certa medida, o modo de participação do aluno, mesmo em relação ao que já era um ensino centrado no aluno. Acentua-se consideravelmente a necessidade de colaboração dos professores na construção de tarefas ou atividades verdadeiramente integradoras. Este ensino não alivia a necessidade de um conhecimento aprofundado de cada disciplina. Esta afirmação é válida tanto para a educação básica como para a (auto) formação (inicial e contínua) dos próprios professores.

Referências

Boavida, A. M., Paiva, A. L., Cebola, G., Vale, I., & Pimentel, T. (2008). *A experiência matemática no Ensino Básico: Programa de Formação Contínua em Matemática para Professores dos 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico*. Ministério da Educação, Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular. http://hdl.handle.net/10400.26/5566

Brown, S. I., & Walter, M. I. (2005). *The art of problem posing* (3.ª ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Canavarro, A. P. (2011). Ensino exploratório da matemática: práticas e desafios. *Educação e Matemática, 115*, 11-17.

Christou, C., Mousoulides, N., Pittalis, M., Pitta-Pantazi, D., & Sriraman, B. (2005). An empirical taxonomy of problem posing processes. *ZDM – International Journal on Mathematics Education*, *37*(3), 149–158.

Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Association for Supervision and Curriculum Development.

Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: The case of word problems. *Learnig and Instruction, 7*(4), 293–307.

Guerreiro, H., Serrazina, L., & Ponte, J. P. (2018). A percentagem na aprendizagem com compreensão dos números racionais. *Zetetiké, 26*(2), 354-374. doi: 10.20396/zet.v26i2.8651281

Kilpatrick, J. (1987). Problem Formulating: Where Do Good Problems Come From? In Schoenfeld, A. H. (Ed.), *Cognitive Science and Mathematics Education,* (pp. 123-147). Lawrence Erlbaum Associates.

Kontorovich, I., & Koichu, B. (2009). Towards a Comprehensive Framework of Mathematical Problem Posing, *Proceedings of the 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Vol. 3, pp. 401-408). Thessaloniki, Greece: PME.

Leite, L., & Afonso, A. S. (2001). Aprendizagem baseada na resolução de problemas: Características, organização e supervisão. *Boletín das Ciencias*, *48*, 253-260.

Lester, F. K. (1980). Research on mathematical problem solving. In R. J. Shumway (Ed.)*, Research in Mathematics Education* (pp. 286–323). National Council of Teachers of Mathematics.

Lopes, J. B. (2004). *Aprender e ensinar física.* Gulbenkian.

Lourenço, V. (2019). *PISA 2018. Portugal. Relatório nacional*. IAVE.

Martins, G. O., Gomes, C. S., Brocado, J. L., Pedroso, J. V., Carrillo, J. A., Silva, L. U., Encarnação, M. A., Horta, M. V., Calçada, M. S., Nery, R. V., & Rodrigues, S. V. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória.* Ministério da Educação. http://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf

Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V., & Couceiro, F. (2007a). *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores (2ª ed.)*. Ministério da Educação, Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular. https://www.dge.mec.pt/guioes-didaticos-eb

Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V., & Couceiro, F. (2007b). *Explorando objectos... Flutuação em líquidos: Guião didáctico para professores (2ª ed.)*. Ministério da Educação, Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular. https://www.dge.mec.pt/guioes-didaticos-eb

Mason, J. (1996). Resolução de problemas matemáticos no Reino Unido: problemas abertos, fechados e exploratórios. In P. Abrantes, L. C. Leal, & J. P. Ponte, *Investigar para aprender matemática – textos selecionados* (pp. 73-88). APM e Projeto Matemática para Todos.

Mendes, F., Brocardo, J., Delgado, C., & Gonçalves, F. (2010). Números e operações: 3.º ano: *Números naturais, operações com números naturais, números racionais não negativos*. Ministério da Educação, Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular. http://hdl.handle.net/10400.26/5145

Moallem, M., Hung, W., & Dabbagh, N. (2019). *The Wiley Handbook of Problem-Based Learning*. Wiley.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2007). *Princípios e Normas para a Matemática Escolar*. Associação de Professores de Matemática (Tradução portuguesa da edição original em inglês de 2000).

Pólya, G. (2014). O ensino por meio de problemas. *Educação e Matemática, 130*, 44-50.

Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular*. https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3008/1/05-Ponte_GTI-tarefas-gestao.pdf

Ponte, J. P. (2010). Conexões no programa de matemática do ensino básico. *Educação e Matemática, 110*, 3-6.

Silva, M. G. L., & Núñez, I. B. (2007). Ensinar a trabalhar problemas: Para quê? Como? In *Instrumentação para o ensino de química II*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For The Learning of Mathematics, 14*(1), 19-28.

Silver, E. A. (1995). The nature and use of open problems in mathematics education: mathematical and pedagogical perspectives. *International Reviews on Mathematical Education, 27*, 67-72.

Singer, F. M., & Voica, C. (2013). A problem-solving conceptual framework and its implications in designing problem-posing tasks. *Educational Studies in Mathematics, 83*, 9-26.

Stoyanova, E. (2005). Problem-posing strategies used by Years 8 and 9 students. *Australian Mathematics Teacher, 61*(3), 6-11.

Thouin, M. (2008). *Resolução de problemas científicos e tecnológicos nos ensinos pré-escolar e básico 1.º ciclo* (J. Chaves, Trad.). Instituto Piaget.

ORGANIZADORES GRÁFICOS: FERRAMENTAS ESSENCIAIS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA E DE CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS

Antónia Estrela
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Centro de Linguística da Universidade Nova de Lisboa
Patrícia Ferreira
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Cristina Loureiro
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Pedro Sarreira
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa

https://doi.org/10.34629/ipl.eselx.cap.livros.162

Resumo

Neste capítulo, apresentam-se alguns exemplos de organizadores gráficos que são frequentemente utilizados no ensino e na aprendizagem de Matemática e de Ciências Físicas e Naturais, contextualizados em atividades e tarefas das respetivas áreas científicas. Além disso, discute-se a pertinência e a importância da sua utilização como potenciadores e catalisadores da aprendizagem, nomeadamente pela forma

como possibilitam ao aluno uma rápida apreensão de relações entre diferentes conceitos/dados/ideias, que pela oralidade ou pela leitura seriam muito difíceis de captar e também pelo facto de proporcionarem uma maior interação com a informação, permitindo um maior controlo da própria aprendizagem.

Este capítulo, conjuntamente com o capítulo seguinte, formam um todo sobre a utilização de organizadores gráficos no ensino e aprendizagem escolares em três áreas, Matemática, Ciências Físicas e Naturais e Língua Portuguesa.

Palavras-chave: Organizadores gráficos; ferramenta transdisciplinar; comunicação; raciocínio; integração curricular

Introdução

Um organizador gráfico é uma forma de representação de informação com uma forte componente de natureza visual. A informação é apresentada numa estrutura, visualmente explícita, em que se dispõem os seus elementos constituintes. Essa estrutura estabelece relações entre os elementos e constitui ela própria parte da informação que se apresenta. Adotamos como designação para este conceito em português a sigla OG, no entanto na literatura de língua inglesa seja designado por GO (graphic organizer).

Todos somos utilizadores de organizadores gráficos. De modo mais ou menos consciente, de forma mais ou menos sofisticada, todos recorremos a elementos gráficos para expor e para construir ideias. Desde sempre que esta utilização está presente nas nossas vidas. Mal começamos a comunicar e queremos expor e representar ideias, associamos elementos gráficos de natureza diversa para o fazer. Só por este facto valeria a pena pensar nestes recursos de comunicação e de raciocínio numa perspetiva didática.

A este motivo acrescem hoje outras razões de peso sobre a utilização de organizadores gráficos, das quais destacamos três: o poder transdisciplinar de aprendizagem com recurso a organizadores gráficos, os contributos que a investigação tem proporcionado sobre a sua utilização didática e as possibilidades oferecidas pela tecnologia.

Ao encarar a utilização de organizadores gráficos em diversas áreas do conhecimento, como é o caso da matemática e das ciências físicas e naturais, identificamos o seu papel determinante na resolução de

problemas, na representação de relações, na construção de estruturas de análise. Porém, não é só nestas duas áreas que estas ferramentas têm o seu papel. Em todas as áreas de saber se recorre cada vez mais a representações gráficas de natureza diversa em associação com a escrita. Esta multiplicidade de utilizações é a garantia do seu papel transdisciplinar e do interesse em estudar a sua utilização educacional em todas as áreas de aprendizagem.

Com base na realização de experiências de utilização de mapas conceptuais em educação em Ciências Físicas e Naturais, Valadares (2014) defende que os organizadores gráficos são instrumentos potencialmente facilitadores de aprendizagem significativa. Este autor afirma que "a experiência tem mostrado que tais instrumentos, quando bem utilizados, proporcionam o diálogo e a reflexão cooperativa favoráveis à criação de ambientes facilitadores da aprendizagem significativa" (p. 7). Shaista Bibi (2018) defende que um organizador gráfico permite estruturar ideias complexas numa representação lógica, tornando a apresentação das ideias mais organizada e mais acessível que um texto de narrativa sequencial simples. Entre os exemplos a que recorre, esta investigadora destaca a ajuda que eles proporcionam na interação com a informação, permitindo o controle da própria aprendizagem na resolução de problemas e na autonomia de estudo.

Destacamos também os contributos tecnológicos para a utilização de organizadores gráficos. A diversidade aplicações para os diversos tipos de OG é vasta e a sua utilização está muitas vezes acessível também em programas comuns de escrita, como é o caso de tabelas e gráficos. Além disso, hoje podemos recorrer a organizadores gráficos dinâmicos, alguns com possibilidades de utilização cooperativa, que permitem construir e expor informação em estruturas complexas, de forma visualmente muito expressiva e facilitadora da compreensão das relações envolvidas. São conhecidas várias investigações que apontam os contributos da utilização interativa de organizadores gráficos como suporte de construção de conhecimento pelos estudantes de diversos níveis (Bibi, 2018).

Interessa-nos por isso identificar as principais caraterísticas de um objeto gráfico desta natureza, destacar o que estes objetos proporcionam do ponto de vista da leitura e interpretação e compreender os tipos de relações que permitem estabelecer. São estes três aspetos que seguimos para caraterizar o conceito de organizador gráfico.

Os organizadores gráficos são instrumentos de comunicação multimodal, que podem ser usados para suportar a comunicação verbal. Um organizador gráfico também pode ser independente e não integrar a linguagem verbal.. Por outro lado, nem sempre são apenas ferramentas de comunicação. Por vezes, servem para registar e organizar ideias, estruturar pensamento, construir conhecimento.

Do ponto de vista da leitura, um organizador gráfico permite uma visão de um excerto de informação, com apropriação global e rápida do todo, com contacto imediato com toda a estrutura, com destaque explícito para as relações entre os elementos constituintes da estrutura e com leitura em direções e sentidos diversos. Por exemplo, uma tabela identifica as relações entre as linhas e as colunas, mesmo quando ocupa mais do que uma página. Um outro exemplo, uma linha de tempo, mesmo quando focada num período restrito, evidencia a relação temporal.

Um organizador gráfico apresenta vantagens relativamente a uma escrita sequencial, de sentido único, sem estrutura explícita. Não é por acaso que muitas vezes ao lermos um texto numeramos partes, destacamos elementos, sublinhamos frases e fazemos esquemas para melhor nos apropriarmos das relações entre os vários aspetos da informação veiculada. Uma ideia fundamental é que um organizador gráfico estabelece sempre uma relação entre elementos ou partes da informação.

Valadares (2014) considera que os organizadores gráficos enfatizam conceitos, relações entre conceitos e hierarquias concetuais. Em nosso entender, a natureza dos elementos que podem ser relacionados num organizador vai para além de conceitos e pode ser múltipla. Podemos relacionar ideias, variáveis, categorias. Se atendermos à natureza das relações estabelecidas, podemos elencar os tipos mais comuns: relação temporal, evolutiva ou hierárquica; relação de causa-efeito; relação de comparação ou inclusão. A natureza das relações entre os elementos constituintes da informação representada por um organizador gráfico pode determinar a estrutura do organizador gráfico escolhido para apresentar essa informação.

O ponto de partida para a elaboração deste texto sobre a utilização de organizadores gráficos (OG) é a nossa experiência específica de utilização destes recursos de comunicação e de raciocínio na educação matemática e na educação em Ciências Físicas e Naturais, experiência esta que associámos depois à sua utilização na aprendizagem da língua. Organizámos por isso dois textos: um primeiro texto em que ana-

lisamos aspetos significativos dos OG como ferramentas essenciais no ensino e aprendizagem da Matemática e das Ciências Físicas e Naturais e um segundo texto focado na abordagem dos OG como ferramentas estruturantes no ensino e aprendizagem da Língua Portuguesa.

Estabelecemos um conjunto de objetivos comuns para estes dois textos: i) aprofundar o valor transdisciplinar dos organizadores gráficos, a partir da apresentação de exemplos comuns de utilização de OG em três áreas de saber (Matemática, Ciências Físicas e Naturais e Língua Portuguesa); ii) associar OG distintos para a mesma situação, evidenciando o papel das diferenças entre eles para a compreensão da situação em causa; iii) discutir exemplos de utilizações de organizadores gráficos em situações de aprendizagem com alunos do ensino básico, mas não só, apontando a importância da ação do professor no desenvolvimento dos raciocínios envolvidos.

Este trabalho é o resultado de vários anos de atenção dos seus autores sobre a utilização de organizadores gráficos em contextos tão diversos como as unidades curriculares que lecionamos, o acompanhamento de estágios em que estes organizadores são utilizados, a realização de investigação ligada a estas unidades e a dinamização de ações de formação contínua para professores do ensino básico. Por esta razão, muitos dos exemplos apresentados neste texto advêm desta diversidade de experiências.

1. Utilizações específicas no ensino e aprendizagem da Matemática

A utilização de organizadores gráficos na Matemática é vasta e muito diversa. Podemos mesmo dizer que não se faz nem se aprende matemática sem o recurso a organizadores gráficos. No entanto, a designação de organizador gráfico não é comum em Matemática e não há qualquer designação geral para todas as estruturas organizativas de comunicação e raciocínio usadas especificamente na Matemática. Cada uma delas é referida pela sua designação própria, falamos de diagramas, tabelas, gráficos, referenciais, entre outros.

De acordo com o documento curricular Princípios e Normas para a Matemática Escolar, "a forma pela qual as ideias matemáticas são representadas é essencial para o modo como as pessoas compreendem e utilizam essas ideias" (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2007, p. 75). Este documento orientador destaca a Representação Matemática como uma das componentes processuais fundamen-

tais na aprendizagem da matemática, a par da Resolução de Problemas, Raciocínio e Demonstração, Comunicação e Conexões, assumindo a ligação estreita destas cinco componentes. Há muito tempo que a investigação em educação matemática reconhece que o raciocínio matemático exige o trabalho intensivo com representações externas, constituindo estas "formas de tornar os processos de comunicação mais fáceis, interligando a manipulação simbólica com os significados que associamos aos conceitos" (Ponte et al., 1998, p. 173). A representação é assim defendida como uma capacidade fundamental a desenvolver ao longo de toda a escolaridade.

Importa ainda destacar o caráter duplo do termo representação, que pode referir-se tanto ao processo como ao resultado, e que é amplamente desenvolvido no documento dos Princípios e Normas (NCTM, 2007). Esta duplicidade ajuda a compreender que as representações sejam muitas vezes ensinadas e aprendidas como finalidades em si mesmas, desvalorizando-se a sua natureza processual. No entanto, deve ser tido em consideração o rico papel instrumental das representações matemáticas:

As representações deverão ser tratadas como elementos essenciais no apoio à compreensão, por parte dos alunos, dos conceitos e das relações matemáticas, na comunicação de abordagens, argumentos e conhecimentos matemáticos, para si mesmos e para os outros, na identificação de conexões entre conceitos matemáticos interrelacionados, e na aplicação da matemática a problemas realistas, através da modelação. Novas formas de representação, associadas às tecnologias, vieram criar uma necessidade ainda maior de enfatizar a representação, no ensino (NCTM, 2007, p. 75).

A importância da representação em matemática é tão forte que não é de espantar que muitos organizadores gráficos tenham sido criados por matemáticos, tendo depois a sua utilização extravasado para outras áreas de conhecimento. Um bom exemplo desta situação é o caso dos diagramas de Venn, hoje em dia amplamente utilizados como estruturantes em situações específicas de aprendizagem da escrita (cf. Capítulo 7). Um outro exemplo é o dos referenciais, muito utilizados na forma de linhas de tempo em situações em que é útil criar uma imagem simples de evolução. Os exemplos são vários e diversos.

Nunca será demais destacar que os organizadores gráficos não constituem um fim em si mesmo, são um meio, um recurso de raciocínio e de comunicação. A sua utilização está ligada à situação em que eles

são usados e depende muito da experiência de quem o utiliza. É por isso que é tão importante aprender a usá-los e vivenciar experiências variadas da sua utilização. Optamos, por isso, por não explorar separadamente os vários organizadores gráficos indispensáveis à construção do conhecimento matemático. A exploração que escolhemos passa por apresentar e abordar os seguintes pontos: (i) associação de organizadores gráficos; (ii) exemplos de perspetiva interdisciplinar; (iii) representações idiossincráticas criadas pelas crianças em situações de resolução de tarefas matemáticas. Nesta viagem que faremos, falaremos de tabelas, gráficos, referenciais, diagramas diversos (de Venn, grafos) e infografias.

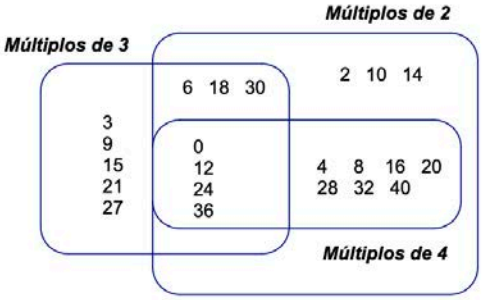
1.1. Associação de organizadores gráficos

Na aprendizagem da matemática nos níveis elementares é comum evidenciar o recurso a tabelas como uma das estratégias produtivas para a resolução de problemas. Porém, e para além disso, também nestes níveis o recurso a tabelas é um instrumento poderoso para a construção e exploração dos modelos matemáticos mais simples. Uma tabela numérica permite trabalhar diretamente com os números e procurar compreender relações entre eles. Deste modo estamos perante um método numérico. Uma tabela pode ser considerada como a estrutura mais simples para trabalhar métodos numéricos.

Segundo Kalman (1997), na construção de modelos matemáticos elementares os métodos numéricos, gráficos e teóricos estão relacionados e complementam-se. Embora o objetivo final seja obter um modelo teórico, também designado como analítico ou simbólico, o trabalho a partir dos métodos numéricos é indispensável. O método teórico recorre a ferramentas matemáticas para expressar e manipular relações e padrões, mas a aprendizagem da matemática tem de começar por valorizar a exploração das relações numéricas para dar consistência às relações analíticas ou simbólicas.

Na Figura 1 estão representados, numa tabela, num gráfico e num diagrama de Venn um conjunto de múltiplos de 2, 3 e 4.

Múltiplos de 2	Múltiplos de 3	Múltiplos de 4
0	0	0
2	3	4
4	6	8
6	9	12
8	12	16
10	15	20
12	18	24
14	21	28
16	24	32
18	27	36
20	30	40



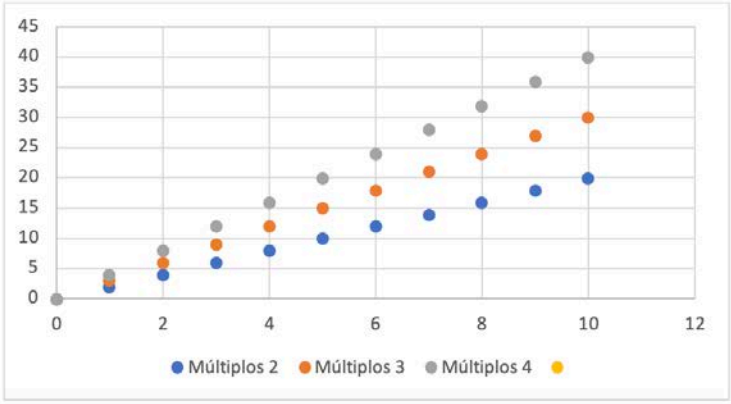


Figura 1
Tabela, gráfico e diagrama de Venn representativos de múltiplos de 2, 3 e 4.

Neste exemplo, o modelo teórico seria dado pela representação algébrica dos múltiplos dos números referidos, 2n, 3n e 4n, respetivamente. Do ponto de vista da comunicação matemática, estas expressões formais, de natureza algébrica, são a representação dos múltiplos dos números inteiros, que, na linguagem corrente elementar, são muitas vezes designados por "tabuadas". Embora não seja nosso objetivo discutir aqui estes modelos teóricos, parece-nos importante mantê-los no horizonte quando refletimos sobre a utilização de organizadores gráficos na aprendizagem da matemática nos primeiros ciclos de escolaridade.

Na matemática a utilização de gráficos é praticamente extensível a todas as áreas e temas. No que respeita à matemática escolar elementar é na Organização e Tratamento de Dados que a sua utilização é habitualmente mais completa. No entanto, é indispensável evidenciar

que este recurso de representação não é exclusivo deste tema. Kalman (1997) considera os gráficos como um tipo particular de diagrama para a representação de dados numéricos e que pode ajudar-nos a ter ideias adicionais sobre as relações envolvidas. Para este autor a associação entre tabelas numéricas e gráficos é fundamental para a construção e compreensão do modelo teórico.

Neste exemplo que escolhemos para apresentar os múltiplos, a associação do gráfico à tabela permite visualizar a relação entre os valores das variáveis envolvidas. Este tipo de representação é muito útil para identificar padrões visuais de dados e modelos e para comparar modelos e padrões. Este gráfico é comparativo e mostra significativamente o crescimento linear dos múltiplos, um tipo de variação comum a todos os múltiplos.

Uma das vantagens de um gráfico relativamente a uma tabela é que aquele permite fazer explorações visualmente mais eficientes. Por exemplo, no gráfico de pontos dos múltiplos, com o recurso a retas paralelas ao eixo das abcissas, é possível ler que o mesmo número pode ser múltiplo comum a números diferentes, como é o caso do número 12. Uma reta horizontal deslizante sobre o gráfico permite obter pontos com a mesma ordenada e abcissas diferentes, os tais números que são múltiplos comuns de números diferentes.

Kalman (1997) afirma que um gráfico é um tipo particular de diagrama. Neste exemplo que discutimos, o gráfico permite destacar um padrão de crescimento e usar estratégias visuais para relacionar as variáveis envolvidas. Mas ao nível elementar pode fazer-nos perder alguns aspetos da concretização. Recordamos que os múltiplos de um número são conjuntos de números e, por isso, a visualização dos elementos de cada conjunto é significativa do ponto de vista concreto. Por esta razão interessa-nos recorrer a uma outro tipo de representação, o diagrama de Venn, e por isso o representámos também na Figura 1. Este diagrama apresenta de maneira muito clara e visualmente muito forte os vários tipos de subconjuntos que é possível criar os primeiros múltiplos de cada um dos números 2, 3 e 4. Sobre este diagrama há um conjunto de questões que podem ser colocadas e que ajudam a compreender as relações numéricas entre estes números. Por exemplo: Quantos números estão representados no diagrama? Quais são os múltiplos comuns a todos? Que números são simultaneamente múltiplos de 2 e 3?

Do ponto de vista da comunicação matemática, colorir cada uma das zonas que o diagrama proporciona e, depois, caraterizar o subconjunto de cada zona representada é uma tarefa matemática desafiadora para crianças pequenas. Além disso, é desafiador acrescentar outros múltiplos nas várias zonas definidas e desenvolver a exploração.

Os diagramas de Venn são utilizados atualmente em muitas situações que aproveitam a ideia visual simples de relação entre os conjuntos, evidenciando de uma forma muito clara a interseção dos conjuntos, a união, a separação, a inclusão de todo ou de parte. Uma outra utilização dos diagramas de Venn é como representação de relações lógicas, constituindo assim uma ferramenta de apoio ao raciocínio lógico.

Retomando os gráficos, percebemos que um gráfico constitui uma representação visualmente forte que permite explorações ricas, mesmo quando a sua construção é feita com recurso à tecnologia como o caso que apresentámos. São inúmeros os exemplos de modelos matemáticos simples que podem ser estudados através das representações gráficas e sua associação com as tabelas. Este tipo de conexão entre representações é fundamental para compreender o valor do recurso a conexões. O exemplo apresentado na Figura 2 permite comparar a variação de cada uma das grandezas, o perímetro e da área, relativamente à mesma figura geométrica, um quadrado. Evidenciam-se dois tipos de variação distintos, em que se observa facilmente que a variação da área não é linear.

Lado	Perímetro	Área
1	4	1
2	8	4
3	12	9
4	16	16
5	20	25
6	24	36
7	28	49
8	32	64
9	36	81
10	40	100

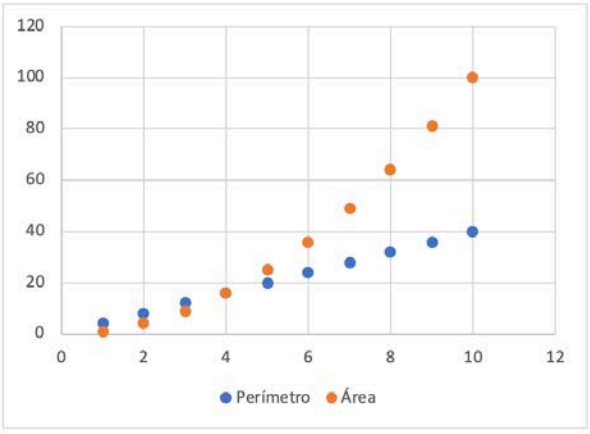


Figura 2
Tabela e gráfico da variação o perímetro e da área de um quadrado.

Relativamente aos três métodos, numérico, gráfico e analítico, Kalman (1997) destaca que conduzem naturalmente a três tipos de observações que se complementam mutuamente e permitem compreender o problema. Cada um deles é importante e ajuda a compreender

o problema de modo especial. Dito de outro modo, cada método tem o seu papel na obtenção do modelo que permite resolver o problema.

Nas orientações curriculares, para a ensino da Matemática, a utilização de tabelas é largamente apontada como uma sugestão sistemática para a resolução de tarefas matemáticas. No novo documento das Aprendizagens Essenciais para a Matemática (Direção Geral da Educação [DGE], 2021) encontram-se muitas orientações, tanto integradas nos temas matemáticos como nas capacidades transversais, para todos os anos de escolaridade, sobre o recurso a tabelas. Neste documento, os apontamentos sobre a utilização de tabelas referem três aspetos que evidenciamos: a recomendação da sua utilização em tarefas de natureza diversa; a associação de tabelas com outras formas de representação, nomeadamente diagramas e gráficos; o recurso a tabelas com o objetivo de evidenciar relações.

Uma folha de cálculo é o melhor recurso tecnológico para trabalhar com tabelas e para associar a utilização de tabelas e gráficos. A sua utilização pode iniciar-se nos primeiros anos de escolaridade com vantagens muito interessantes para o desenvolvimento do raciocínio matemático e da comunicação, seja para estruturar informação quantitativa ou qualitativa, separadamente ou não.

1.2. Exemplos de perspetiva interdisciplinar

Para estabelecer pontes de utilização interdisciplinar de organizadores gráficos, apresentamos e discutimos três tipos de organizadores gráficos, muito usados na matemática, que evidenciam essa riqueza interdisciplinar: as tabelas, as infografias e os referenciais.

Estamos habituados a dizer que a matemática trabalha com dados. Porém, quando o fazemos há uma tendência natural para pensarmos em números e análises de natureza quantitativa. Esquecemos muitas vezes que dados são informação e que, da sua análise, resulta nova informação. Esta chamada de atenção ajuda a valorizar perspetivas interdisciplinares de recurso a organizadores gráficos. Um dos recursos mais ricos deste ponto de vista são as tabelas (cf. Capítulo 7).

Uma tabela é uma estrutura organizativa de informação em linhas e colunas e que representa relações entre a informação que contêm. Destacamos dois tipos fundamentais de estruturas, tabelas com uma entrada (cf. Tabela 1) e tabelas com dupla entrada (cf. Tabela 2).

Tipo de veículo	Número de Veículos	Número de Rodas
2 rodas	9	18
3 rodas	3	9
4 rodas	10	40
Totais	22	67

Tabela 1
Tabela de entrada única.

O primeiro exemplo evidencia o tipo de relação entre a informação que se encontra nas várias células que constituem a tabela. A estrutura de tabela de colunas permite recorrer ao número de colunas adequado ao objetivo da organização pretendida. A cada elemento de uma linha corresponde um elemento na mesma linha, é uma correspondência linha a linha. Percebe-se que se poderiam acrescentar linhas correspondentes a um maior número de rodas por veículo. A estrutura é aberta.

	leão	lume	col	Loura
cama	camaleão	camalume	camacol	camaloura
vaga	vagaleão	vagalume	vagacol	vagaloura
cara	caraleão	caralume	caracol	caraloura
vaca	vacaleão	vacalume	vacacol	vacaloura

Tabela 2
Tabela de dupla entrada.

O exemplo da Tabela 2 apresenta a organização de todas as possibilidades de combinação das palavras cama, vaga, cara e vaca com as palavras leão, lume, loura e a sílaba col. A sílaba "col" em português não é uma palavra, mas na história original, o catalão, tem significado. As novas palavras obtidas na tabela são utilizadas para construir a história cujo título em português é Animais de Companhia (González, 2007). A organização desta informação em tabela permite mostrar que foram obtidas todas as possibilidades de construção de novas palavras, por combinação ordenada de duas palavras base, exploradas na história. Além de apresentar todas as possibilidades, a tabela permite identificar o modelo de contagem subjacente, constituindo, por esta razão, um exemplo produtivo para a utilização do modelo de contagem em outros problemas do mesmo tipo. Uma das nossas intenções ao apresentar este exemplo foi mostrar que a utilização de tabelas tem uma

valência dupla: a descrição de todos os casos relativos a uma dada situação; a explicitação do modelo de contagem dos casos.

Numa tabela de dupla entrada é estabelecida uma relação de dois para um. A dois elementos de dois conjuntos, diferentes ou não, faz-se corresponder um elemento de um outro conjunto. Outra forma de dizer, a um par ordenado faz-se corresponder um novo elemento que fica associado a estes dois. Na situação apresentada, o número total de possibilidades de combinação é igual ao número total de pares possíveis de obter, neste caso, 4 vezes 4, ou seja 16.

O tipo de tabela a usar está muito ligado à situação para a qual a tabela é usada, não é a natureza da informação que determina a estrutura da tabela, mas sim a natureza da relação entre as componentes da informação. Por isso devem ser diversificados o contacto com diferentes tipos de tabelas e o envolvimento dos alunos na construção de tabelas. O segundo exemplo apresentado evidencia que as tabelas sejam usadas em muitas situações de natureza qualitativa como será desenvolvido ao longo deste trabalho (cf. Capítulo 7).

Um outro exemplo de utilização de organizadores gráficos que assumimos como de natureza interdisciplinar são as infografias. Uma infografia, ou infográfico, é, como o próprio nome aponta, uma representação gráfica de informação. A origem da utilização de infografias está ligada à comunicação visual utilizada pela comunicação social.

No documento das Aprendizagens Essenciais da Matemática para o 1.º ciclo (DGE, 2021) está previsto o trabalho com infografias:

> O outro tipo de trabalho consiste na análise de gráficos e infográficos reais que se encontram em publicações ou na comunicação social difundida por vários meios e que as crianças devem ser capazes de ler e, progressivamente, apreciar criticamente (p. 10-11)

Nos ciclos de aprendizagens seguintes preconiza-se o desenvolvimento desta utilização, passando os alunos a serem construtores de infografias.

Uma infografia é uma forma de apresentar informação quantitativa com uma forte representação figurativa e combinando vários tipos de representações. Uma infografia não é apenas um gráfico, porém, as suas caraterísticas apontam para a natureza dos pictogramas visto que

recorrem a imagens figurativas. Nestas imagens há uma relação de proporcionalidade entre as dimensões das figuras que representam a informação quantitativa.

Um dos modelos matemáticos mais comuns na criação de infográficos recorre à utilização de figuras cuja área varia em relação com os números que representam. É um modelo visualmente muito forte e que, muitas vezes, se torna enganador. Aliás, é comum encontrar infografias com erros. Intencionais ou não estes erros são detetáveis numa análise matemática cuidada. Apresentamos dois exemplos recentes (cf. Figura 3) publicados em 2021.

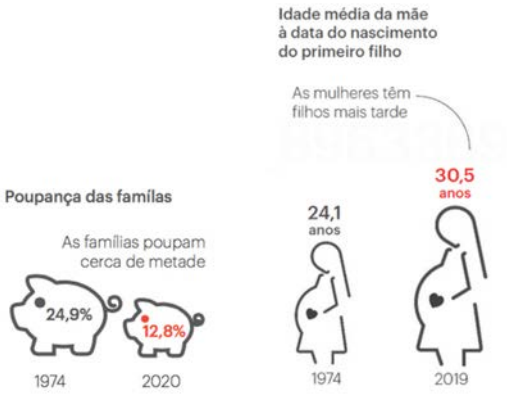


Figura 3
Dois infográficos recolhidos na comunicação social

Nota. Adaptado de Jornal Público (25 de abril de 2021).

Na infografia da esquerda as duas figuras representam dois valores de poupança em que um deles é aproximadamente metade do outro. Isto significa que a área da figura menor deverá ser metade da área da figura maior. E é de facto, como mostra a Figura 4, em que foram desenhados dois retângulos auxiliares em que a relação das áreas, do maior para o menor, é aproximadamente de dois para um. Neste caso a razão de semelhança dos retângulos é √2, isto é, aproximadamente 1,4.

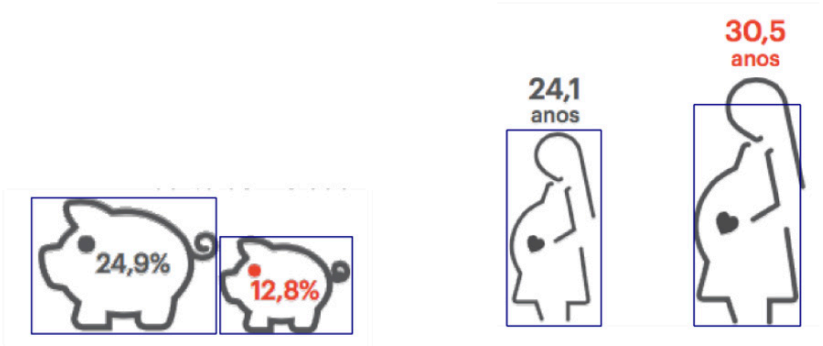


Figura 4
Retângulos semelhantes sobrepostos a duas infografias.

Nota. Adaptado de Jornal Público (25 de abril de 2021).

No que respeita à infografia da direita, observando com atenção, podemos notar que parece haver alguma incoerência. Os valores da idade média das mães portuguesas para o primeiro filho, em 1974 e 2019, parecem ter uma variação menor do que a variação das imagens. Usando a mesma técnica de construir e comparar áreas de retângulos semelhantes concluímos que há um erro. Sendo a razão das idades igual a aproximadamente 1,27, a razão de semelhança das imagens deveria ser a raiz quadrada deste valor, 1,13. Os dois retângulos da Figura 4 foram construídos com esta razão de semelhança e vê-se claramente que as duas imagens deveriam ter tamanhos bastante mais próximos. Além do erro de construção, a escolha da representação também não nos parece feliz, porque mais velho não significa maior.

Os dois exemplos simples que discutimos fazem parte de uma infografia muito completa publicada no Jornal Público em abril de 2021 (cf. Figura 5). Este exemplo permite evidenciar o papel da tecnologia na elaboração de infográficos e a importância da visualização na apreciação destes organizadores gráficos. Os exemplos são imensos e muito acessíveis, todos de natureza interdisciplinar e com possibilidades de utilização ligada a projetos de escola.

Figura 5

Infografia complexa recolhida no Jornal Público.

Nota. Retirado de Jornal Público (25 de abril de 2021).

Por último, discutimos a utilização de referenciais. O sentido da utilização de um referencial está associado ao significado da palavra referência e dá-nos a ideia de marca a partir da qual se situa alguma coisa, estabelecendo uma relação entre a marca e o elemento a situar. Em matemática, utilizam-se maioritariamente referenciais constituídos por eixos que servem para situar pontos. No ensino básico apenas se utilizam os referenciais cartesianos, designação que tem origem no

nome do matemático que desenvolveu este tipo de utilização, René Descartes (1596-1650). Num referencial cartesiano cada ponto fica associado às suas coordenadas. Os gráficos que aqui apresentámos associados a tabelas são construídos com base em referenciais cartesianos.

Para além desta utilização específica, é importante destacar a natureza relacional de um referencial e as vantagens desta representação simples mas muito rica do ponto de vista visual. É por isso que a utilização de referenciais é comum em muitas situações em que se pretende criar uma imagem de relação entre variáveis, sejam elas de que natureza forem. Destacamos o exemplo de um referencial, muito divulgado em textos de educação matemática, que ilustra a natureza das tarefas em matemática, estabelecendo uma relação entre diversos tipos de tarefas, em termos do seu grau de desafio e de abertura ou fecho (cf. Figura 6).

Figura 6

A natureza das tarefas em matemática.

Fonte. Retirado de Ponte (2005, p. 17).

Neste exemplo, há dois eixos orientadores, o da abertura/fecho e o do desafio. Estes dois eixos dividem o plano em quatro regiões, quatro quadrantes, em que cada um deles está associado a um tipo de tarefa matemática: Exercício, Problema, Exploração e Investigação. Visualmente fica muito forte a variação das quatro combinações possíveis que ilustram a natureza das tarefas. Estas quatro possibilidades poderiam também ser apresentadas numa estrutura de tabela de dupla entrada (cf. Tabela 3)

Grau de abertura / Desafio	Fechada	Aberta
Desafio reduzido	Exercício	Exploração
Desafio elevado	Problema	Investigação

Tabela 3

As quatro possibilidades fundamentais das tarefas em matemática.

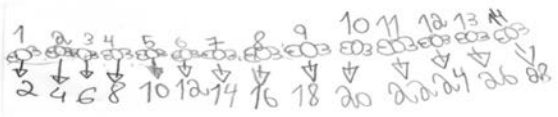
Ao compararmos o referencial com a tabela, podemos perceber o valor do impacto visual da representação destas relações através do referencial. O referencial oferece uma estrutura dos quatro quadrantes do plano que proporcionam uma perspetiva de continuidade entre os quatro tipos de tarefas. Há exercícios, não totalmente fechados, que se aproximam de explorações, ou se aproximam de problemas porque envolvem algum desafio. A estrutura da tabela é uma estrutura estanque que não contribui para esta interpretação de continuidade e de gradação.

Um organizador gráfico não é independente da situação em que é utilizado. Por isso, o estabelecimento de relações entre diferentes tipos de organizadores gráficos é fundamental do ponto de vista da aprendizagem e da flexibilidade de raciocínio. É importante aprender a associar os vários tipos de OG e a usar OG independentemente da área de saber, do tema ou assunto em que estamos a trabalhar. Abordagens de utilização de OG diversificadas contribuirão seguramente para esta flexibilidade de raciocínio.

1.3. Representações idiossincráticas criadas pelas crianças

A investigação em educação matemática tem mostrado a importância de valorizar representações construídas pelos alunos principalmente quando resolvem problemas. Segundo Princípios e Normas para a Matemática Escolar (NCTM, 2007), as representações de natureza gráfica constituem formas significativas para registar um método de resolução e para o descrever para outros. Além disso, constituem um suporte importante para o professor aceder às formas de raciocínio dos alunos e de os compreender. Muitas destas representações não convencionais são formas primitivas de representação de organizadores gráficos convencionais. É amplamente reconhecida a importância de valorizar estas representações para que "os alunos tenham oportunidade de criar, aperfeiçoar e utilizar as suas próprias representações, enquanto ferramentas que suportam a aprendizagem e a produção de matemática" (NCTM, 2007, p. 76).

Os exemplos de recurso a tabelas próprias, de conceção pelos próprios alunos, são inúmeros e podem revelar estratégias organizativas poderosas, como os exemplos das Figuras 7 e 8.



elefantes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
orelhas	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28

Figura 7

Duas resoluções para o mesmo problema.

Nota. Cedidas pela professora titular.

No exemplo da Figura 7 associamos duas resoluções distintas, de alunos do 1.º ano, para o mesmo problema: descobrir quantas orelhas têm 20 elefantes. Na da direita, o aluno organizou uma tabela, criando uma estrutura orientadora da relação entre o número de elefantes e o número de orelhas. No outro exemplo, o organizador gráfico construído pelo aluno mostra claramente o raciocínio que este fez e evidencia nitidamente a relação estabelecida entre o número de elefantes e o número de orelhas, em que se destaca a utilização da seta orientada de ligação entre os números destes dois itens. Embora neste caso não tenham sido marcados os traços da estrutura de tabela, o registo da orientação de leitura dado pela seta é um elemento significativo para a compreensão das relações que uma tabela permite estabelecer.

No exemplo da Figura 8, apresentado num trabalho sobre sequências pictóricas (Silvestre et al., 2010), o aluno recorre a uma representação em tabela para generalizar e justificar uma relação entre o número de elementos de composições de blocos. É interessante destacar a conceção da tabela em 4 colunas, que revelam de forma clara a estruturação do raciocínio realizado pelo aluno para mostrar que o número de blocos da composição é sempre ímpar. A situação mais comum é a construção de uma tabela com apenas duas colunas, a primeira e a última, para estabelecer uma relação entre o número de ordem da figura e o número de elementos constituintes. Porém, neste caso, o aluno recorre a duas colunas intermédias que explicitam as parcelas correspondentes às partes da composição. Nota-se também que o aluno misturou na 1ª linha a identificação de cada coluna com os valores respeitantes à primeira composição.

F6	6 em baixo	5 em cima	Nº de blocos
F8	8 " "	7 " "	15 "
F10	10 " "	9 " "	17 "
...	...	...	...

Figura 8

Resolução original de um aluno do problema da combinação de frutas, à esquerda; transcrição parcial, à direita.

Nota. Retirado de Silvestre et al. (2010, p. 111).

Embora estes exemplos de utilização de tabelas estejam contextualizados, não conhecemos os diálogos que poderão ter existido entre o professor e os alunos que realizaram estas resoluções. Estes diálogos são absolutamente necessários nas práticas de valorização dos raciocínios dos alunos e no seu desenvolvimento com o contributo da discussão e partilha com os colegas e o professor, como defendemos. O que queremos destacar agora é que muitas das representações idiossincráticas como estas são suficientemente explícitas para ilustrar o seu valor e mostrar a importância de as estudarmos e pensarmos como desenvolvê-las.

Relativamente à utilização de uma tabela de dupla entrada começamos por comparar duas resoluções. A Figura 9 mostra a resolução de dois alunos para obter o número de embrulhos diferentes que podem ser feitos com duas cores distintas de papel, escolhidas entre 4 cores possíveis: azul, verde, vermelho e amarelo.

Figura 9

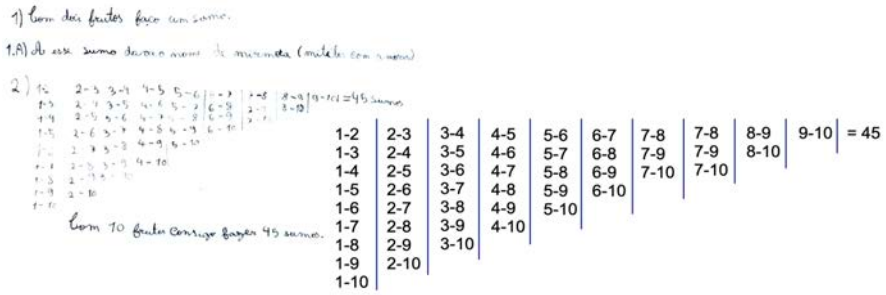
Duas resoluções para o mesmo problema.

Nota. Cedidas pela professora titular.

Na resolução da esquerda o aluno recorre a uma tabela de dupla entrada, enquanto na resolução da direita outro aluno faz uma listagem das possibilidades. A vantagem da utilização da tabela relativamente à utilização de uma listagem simples é a existência de uma estrutura que organiza e explicita um modelo de contagem. Neste exemplo, a resolução da direita, embora estando correta, é um esquema que não explicita nenhuma estrutura modelar subjacente.

Um outro exemplo é constituído por 2 resoluções corretas, elaboradas por alunos diferentes, para obter todas as possibilidades de combinação de sumos feitas a partir da combinação de dois frutos e em que há 10 frutos para utilizar (cf. Figura 10 e Figura 11)

O que nos parece interessante começar por destacar é a organização análoga das duas resoluções. Iniciamos com a observação da estrutura apresentada na Figura 10 por constituir uma estrutura de tabela de dupla entrada. Embora o aluno não tenha desenhado os elementos estruturantes da tabela, os traços constituintes das células da tabela e a disposição que criou apontam claramente no sentido das marcas de linhas e colunas de uma tabela de dupla entrada.



1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	7-8	8-9	9-10	= 45
1-3	2-4	3-5	4-6	5-7	6-8	7-9	7-9	8-10		
1-4	2-5	3-6	4-7	5-8	6-9	7-10	7-10			
1-5	2-6	3-7	4-8	5-9	6-10					
1-6	2-7	3-8	4-9	5-10						
1-7	2-8	3-9	4-10							
1-8	2-9	3-10								
1-9	2-10									
1-10										

Figura 10

Resolução original de um aluno do problema da combinação de frutas, à esquerda; transcrição parcial, à direita.

Nota. Cedida pela professora titular.

A resolução apresentada na Figura 11 é constituída por um conjunto de diagramas, muito claros e bem organizados, que optámos por relacionar no diagrama que associámos ao original. Cada um dos diagramas feitos por este aluno corresponde a uma coluna da estrutura usada na resolução anterior. Este tipo de diagrama tem a natureza de um objeto matemático muito importante, um grafo, e por isso interessa recordar rapidamente a sua origem idiossincrática. Em matemática superior a utilização de diagramas com a natureza dos grafos está intimamente ligada com o recurso a tabelas. Os diagramas em árvore são considerados como um tipo particular de grafo.

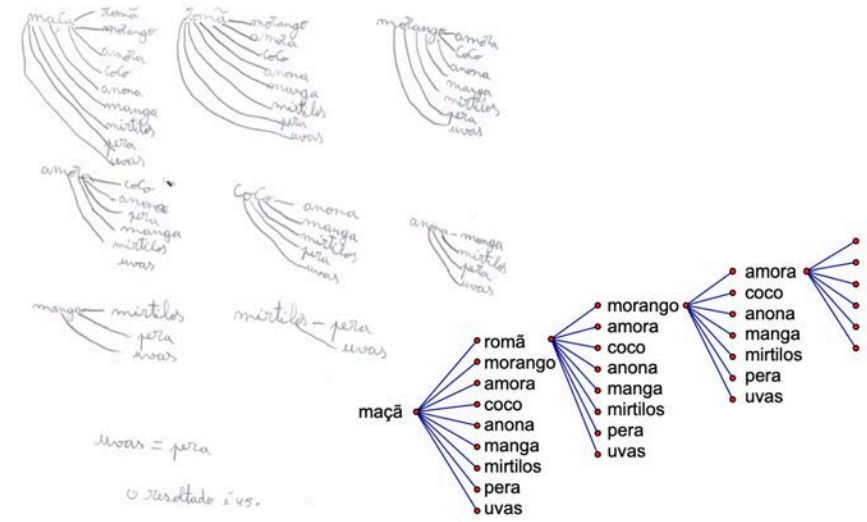


Figura 11

Resolução original de um aluno para o problema da combinação de frutas, à esquerda; diagrama em árvore, à direita.

Nota. Cedida pela professora titular.

Destacamos ainda que, neste último exemplo, o modelo de contagem permite identificar uma soma de parcelas decrescentes e relacionadas entre si: 9+8+7+6+5+4+3+2+1. A exploração deste diagrama poderá ajudar a construir um modelo aditivo generalizável para um qualquer número de frutas a combinar nas condições do problema resolvido. Os diagramas são excelentes representações visuais de modelos de contagem aditivos ou multiplicativos.

Do ponto de vista matemático os diagramas sempre foram usados e é comum terem o nome do seu autor, como é o caso do diagrama de Venn. Interessa destacar um outro tipo de diagrama muito importante em matemática, os grafos. De uma forma simplificada, podemos dizer que um grafo é um conjunto de pontos ligados por segmentos lineares.

De certa maneira a utilização de grafos iniciou-se de forma análoga à das crianças e vale a pena recordá-la. Numa perspetiva histórica, o estudo original desta representação, os grafos, é atribuído ao matemático suíço Leonard Euler (1707-1783) quando formulou e resolveu o famoso problema das pontes de Konisberg. O problema é simples: Será possível fazer um passeio pela cidade (cf. Figura 12) atravessando cada ponte apenas uma vez e retornando ao ponto de partida?

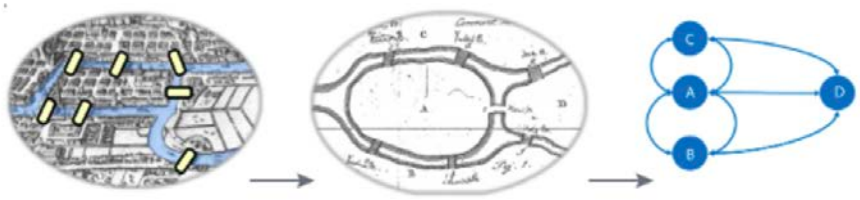


Figura 12
Origem da Teoria dos Grafos.

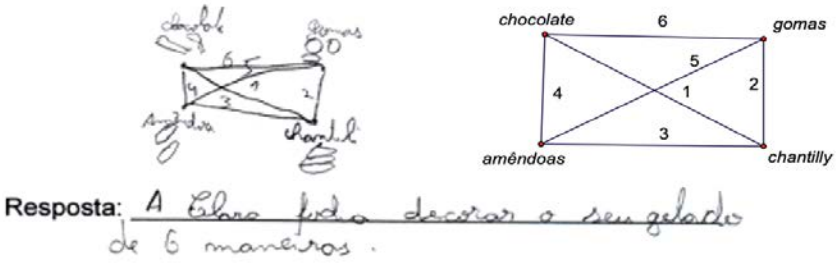
Nota. Retirado de Needham e Holder (2019).

O que Euler fez foi representar o esboço do mapa da cidade por um grafo em que as ilhas e as margens do rio são pontos e as pontes são ligações entre os pontos. Neste caso temos um grafo com 4 vértices e 7 arestas. Esta representação permitiu a Euler provar, de forma simples, a impossibilidade de fazer tal passeio sem repetir nenhuma passagem por alguma das pontes.

Num grafo, habitualmente os pontos são designados por vértices e os segmentos por arestas. A maior parte dos grafos é usada para modelar situações em que os vértices representam objetos e as arestas representam ligações entre esses objetos, sejam eles de que natureza forem. Esta significação é tão aberta que, do ponto de vista matemático, um diagrama que representa uma ligação familiar, uma árvore genealógica, é um grafo orientado.

Parece-nos interessante evidenciar esta ideia por duas razões. Por um lado, a natureza ampla da abstração matemática que estuda e desenvolve profundamente uma representação tão simples como esta. Por outro, a natureza simples desta representação que é usada informalmente em muitas situações. Sem exagero, podemos afirmar que todos usamos grafos mesmo sem saber que estamos a usar um diagrama matemático fundamental e, por isso, ingenuamente, cada um de nós recorre muitas vezes a representações visuais fortes sem compreender que está a usar aspetos básicos do raciocínio matemático. Naturalmente que os grafos estudados ao nível superior se complexificam rapidamente e dão origem a outro tipo de representações e de ferramentas. Porém, ao nível elementar, o seu poder é muito forte e é pena que não sejam mais valorizados no ensino.

A simplicidade deste tipo de diagrama, um grafo, é utilizada por uma aluna na resolução do seguinte problema: Temos 4 produtos para decorar gelados: chocolate, gomas, amêndoas e chantilly. De quantas maneiras diferentes podemos decorar um gelado usando apenas dois dos ingredientes? (cf. Figura 13). Os diagramas das Figuras 11 e 13, embora distintos, representam o mesmo raciocínio combinatório.



Nota. Retirado de Brunheira (2020, p. 13)

Figura 13

Resolução de uma aluna, à esquerda; transcrição parcial, à direita.

O diagrama usado por esta aluna é considerado como uma resolução eficiente porque representa, de uma forma organizada, as 6 maneiras distintas de decorar um gelado. Brunheira (2020) discute a eficiência deste esquema, valorizando-o pelo facto de ele ser muito claro na interpretação que a criança fez do problema, de ser sintético na apresentação da resolução e de evidenciar a possibilidade de generalizar.

Apresentamos ainda um outro exemplo de utilização de um grafo para representar uma situação vivida por um grupo de crianças do 1.º ano. Neste caso, as crianças realizaram uma atividade de grupo, de natureza social, em que cada uma delas deveria atirar uma bola a outra criança, de modo que nenhuma criança deixasse de receber a bola e

que a mesma criança só recebesse a bola apenas uma vez. Ao lançar a bola cada criança deveria expressar uma intenção afetiva com a criança escolhida para recetora: "gosto de ti porque ...". Depois de jogarem, a professora construiu com as crianças o grafo da Figura 14 em que recordaram todos os passos da atividade e as ligações estabelecidas.

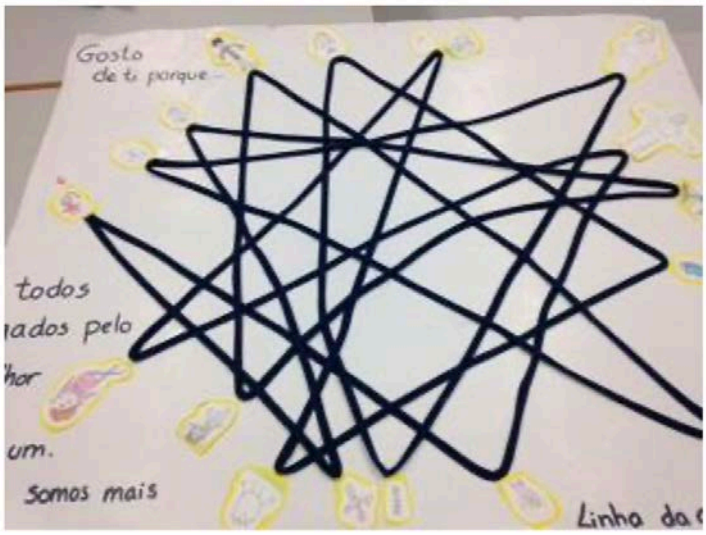


Figura 14

Exemplo de diagrama construído pelos alunos com a professora

Nota. Cedido pela professora titular.

Este esquema, o grafo, não estabelece relações geométricas. Cada ponto representa uma criança e de cada ponto saem duas linhas, que simbolizam a ação de receber e a ação de enviar. Neste caso estamos também perante um problema de contagem: quantos lançamentos foram feitos?

Os exemplos que selecionámos ajudam-nos a valorizar a utilização dos organizadores gráficos, como recurso de raciocínio, mas sem vincular nenhum tipo de organizador a um tipo particular de tarefa. Destacamos a importância de explorar com os alunos as relações entre os elementos do contexto e dos elementos constituintes do organizador gráfico, numa perspetiva de desenvolvimento da abstração e da capacidade de representação matemática.

Discutimos alguns exemplos de tabelas e de diagramas, os dois tipos de organizadores gráficos mais utilizados pelas crianças. Esta atenção às resoluções das crianças, mesmo quando utilizam o que já conhecemos ou que já trabalhámos com elas, tem para nós um valor didático muito grande pois aprenderemos certamente sobre a forma como pensam, como exprimem as suas ideias, e ficamos a conhecer a importância que poderão ter essas representações na partilha de ideias.

Com os exemplos que escolhemos, pretendemos também ilustrar a orientação de encarar a utilização de organizadores gráficos, neste caso tabelas e grafos, para a compreensão e avaliação do raciocínio das crianças. Os referenciais de avaliação da resolução de problemas, na perspetiva da avaliação para a aprendizagem, são discutidos por Brunheira (2020) a partir de várias resoluções de alunos do 1.º ciclo. Nesta discussão são apontadas características de eficácia e eficiência das resoluções em que os organizadores gráficos têm uma atenção significativa. Parece-nos importante, e necessário, conhecer mais sobre as utilizações idiossincráticas de organizadores gráficos pelas crianças.

Os exemplos de OG que discutimos correspondem a uma parte das representações matemáticas pois não contemplam as representações simbólicas. No entanto, constituem as representações matemáticas mais significativas na matemática elementar e as mais ricas na perspetiva de valorizar o poder transdisciplinar destes organizadores de raciocínio e mostrar algumas possibilidades de ligação interdisciplinar. A nossa experiência permite-nos afirmar que quanto mais aprofundarmos a natureza transdisciplinar de um recurso de raciocínio, melhores condições teremos para encontrar bons exemplos da sua utilização interdisciplinar.

2. Utilizações específicas no ensino e aprendizagem das Ciências Físicas e Naturais

A diversidade de organizadores gráficos disponíveis é enorme e apenas limitada pela criatividade humana. Assim, não se pretende fazer uma análise exaustiva dos diferentes tipos de organizadores gráficos (o que seria aliás uma tarefa impossível), mas antes apresentar alguns tipos de organizadores gráficos que consideramos importantes como ferramentas de aprendizagem e de sistematização de conhecimento.

De acordo com Trowbridge e Wandersee (1998), inicialmente os OG não eram para ser construídos pelos alunos, mas sim pelos especialistas, tendo em vista ajudar os alunos. No caso do mapa de conceitos, por exemplo, os primeiros foram construídos por um grupo de investigadores liderado por Joseph D. Novak, em 1977, para resumir dados de entrevistas. Gradualmente, os investigadores aperceberam-se que os mapas de conceitos, quando construídos pelos próprios alunos de ciências, eram também uma preciosa ferramenta de aprendizagem e de metacognição (ajudava os alunos a aprender a aprender). Além disso, a utilização dos mapas de conceitos permitia aos professores avaliar as

aprendizagens dos alunos de uma forma mais eficaz que os tradicionais testes.

Historicamente, alguns OG têm uma grande tradição na atividade científica. Consideremos, por exemplo, a tabela periódica dos elementos químicos publicada por Dmitri Mendeleiev em 1869 (cf. Figura 15 – esquerda). Esta tabela, pela forma como possibilitou a organização dos elementos químicos de acordo com as suas propriedades físicas e químicas, permitiu um enorme avanço no conhecimento: permitiu fazer previsões teóricas sobre a existência de elementos desconhecidos à época e sobre as suas propriedades, elementos que vieram mais tarde a ser descobertos experimentalmente. Atualmente, esta tabela atualizada (cf. Figura 15 – direita) é tão importante em termos de organização e síntese duma parcela significativa do conhecimento científico que pode ser encontrada em praticamente todos os laboratórios escolares e da indústria química.

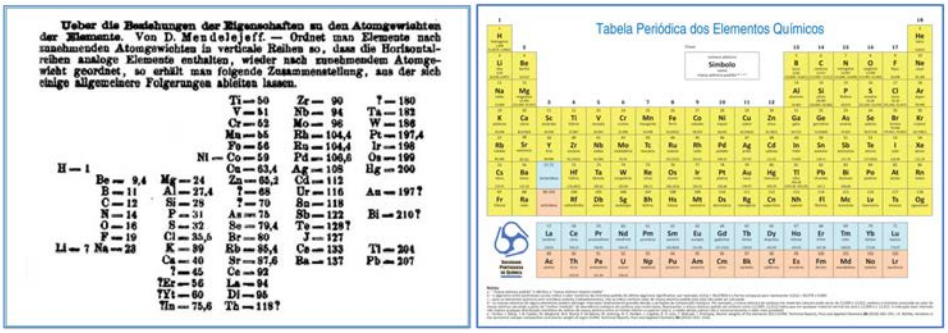


Figura 15

Tabela periódica dos elementos químicos: publicada em 1869 por Mendeleev no periódico Zeitschrift für Chemie (esquerda); tabela atual publicada em 2019 – Ano Internacional da Tabela Periódica (direita).

Nota. Retirado de Porto (2019, p. 16) (esquerda) e retirado de SPQ (2019) (direita)

Outros exemplos de OG muito utilizados na atividade científica são os gráficos, dos mais variados tipos, que permitem a visualização do "comportamento" dos dados de natureza quantitativa. As tabelas e os gráficos, pela sua enorme importância na organização, análise e tratamento de informação são também ferramentas essenciais na educação em ciências físicas e naturais, como também em outras áreas.

2.1. Tabelas e gráficos – organização, análise e interpretação de dados

As tabelas, como já foi referido no caso da Matemática e como pudemos constatar no exemplo anterior da tabela periódica dos elementos químicos, são uma forma muito eficaz de organizar a informação. São especialmente importantes para identificar lacunas de informação,

comparar dados quantitativos ou informação de natureza qualitativa, ou simplesmente para organizar a informação de uma forma mais sintética e facilmente acessível.

Por outro lado, os gráficos facilitam a visualização e a comparação de valores de grandezas e as tendências da sua variação: se os valores de uma grandeza crescem, se mantêm ou decrescem; qual a relação entre duas ou mais grandezas; etc... Por exemplo, no caso da realização de atividades experimentais, que é uma das estratégias mais utilizadas na educação em ciências, as tabelas são frequentemente utilizadas como instrumento de recolha de dados, quer qualitativos, quer quantitativos.

Nos guiões do Programa de Formação de Professores do 1º Ciclo do Ensino Básico em Ensino Experimental das Ciências, que decorreu entre 2007 e 2010 é proposta a utilização de tabelas em praticamente todas as atividades experimentais sugeridas. Apresentamos, de seguida, dois exemplos: um de uma atividade sobre a evaporação da água (cf. Tabela 4) e outro de uma atividade sobre o crescimento das plantas (cf. Tabela 5).

Recipiente com água	Temperatura	Volume inicial	Volume final (após ... horas)	Volume de água evaporada*
A	ambiente (... ºC)	100mL		
B	entre 30 - 40ºC (... ºC)	100mL		
C	entre 80 - 100ºC (... ºC)	100mL		
D (tapado)	ambiente (... ºC)	100mL		

Tabela 4

Tabela de registo de uma atividade experimental sobre a evaporação da água – estudo da relação entre a temperatura e o volume de água evaporada ao fim de um determinado tempo.

Recipiente	Cebolo	Altura do cebolo (cm)					Altura média do cebolo (cm)
		Início	5º dia	10º dia	15º dia	20º dia	
G (a que se adicionam 20 ml de água de 5 em 5 dias)	G 1						
	G 2						
	G 3						
H (a que se adicionam 10 ml de água de 5 em 5 dias)	H 1						
	H 2						
	H 3						
I (a que não se adiciona água)	I 1						
	I 2						
	I 3						

Tabela 5

Atividade experimental sobre a influência da quantidade de água no crescimento das plantas.

Nota. Retirado de Martins et al. (2007b, p. 44)

Nestas tabelas, é fácil de identificar a forma como os dados ficam organizados. Também é simples reconhecer lacunas e comparar os valores, quando os dados são de natureza quantitativa, mas essa comparação não ocorre automaticamente de forma visual, como nos gráficos.

Os gráficos são especialmente adequados quando se dispõe de dados quantitativos, pois, nesse caso, permitem uma visualização que é difícil de obter de outro modo. Existem diversos tipos de gráficos: de barras, de linhas, de pontos, circulares, etc. A escolha do gráfico é crucial, dado que em cada situação um tipo de gráfico pode ser mais adequado do que outros. Por exemplo, numa atividade experimental em que se estuda a relação entre o tempo de dissolução de um rebuçado em água e a temperatura, atividade realizada com controlo de variáveis (neste caso, rebuçados iguais, com a mesma massa e o mesmo estado de divisão, dissolvidos na mesma quantidade de água e com igual agitação), obtêm-se diferentes tempos de dissolução completa, para cada temperatura. O gráfico mais adequado é aquele que permite visualizar a relação entre as duas grandezas: temperatura (neste caso é a variável independente – abcissas) e o tempo de dissolução completa (neste caso é a variável dependente –ordenadas) (cf. Figura 16).

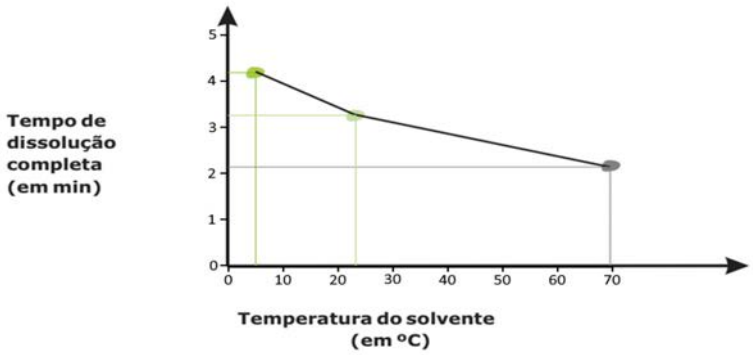


Figura 16

Gráfico do tempo de dissolução completa do rebuçado em função da temperatura.

Nota. Adaptado de Martins et al. (2007a, p. 39)

Como se pode verificar neste exemplo, os gráficos permitem uma **visualização** das variações dos valores das grandezas envolvidas. Neste caso, observamos uma linha que desce, o que é mais evidente do que se tivermos apenas uma tabela com os respetivos valores. A partir de três ensaios realizados (a 5 ºC, 23 ºC e 69 ºC – pontos do gráfico) e extrapolando para outros valores dentro do intervalo (linhas do gráfico), podemos facilmente concluir que **o tempo de dissolução completa diminui quando a temperatura aumenta**. Esta conclusão é compatível com a nossa experiência do quotidiano, por exemplo, no caso da dissolução de açúcar no chá a diferentes temperaturas, tendo em conta que

os rebuçados são constituídos principalmente por açúcar e que o chá é constituído principalmente por água. Generalizando mais um pouco para outros solutos em água, podemos observar um comportamento análogo com o sal que deitamos na panela com água para cozinhar, cuja dissolução completa é mais rápida a uma temperatura mais alta.

Em síntese, as tabelas são excelentes instrumentos de recolha de dados e também de análise dos mesmos, embora uma análise não visual. Os gráficos são excelentes para a análise e interpretação dos dados porque permitem visualizar os comportamentos das grandezas envolvidas. Em geral, gráficos e tabelas são utilizados em conjunto, complementando-se, quando os dados são de natureza quantitativa. A partir da tabela constrói-se o gráfico que permite a visualização do comportamento de uma grandeza ou das relações entre diferentes grandezas.

2.2. Mapas de conceitos – aprendizagem significativa

A interpretação dos fenómenos obriga a estabelecer relações entre diferentes conceitos. Por vezes é possível identificar relações matemáticas (fórmulas) entre diferentes conceitos, como, por exemplo, na célebre relação, proposta por Einstein, entre massa (*m*) e energia (*E*) representada pela expressão **E=m.c2** ou na famosa 2ª lei de Newton da dinâmica, entre força (*F*) e aceleração (*a*): **F = m.a** . No entanto, quando as relações entre conceitos são menos conhecidas ou quando se pretende estabelecer relações entre diversos conceitos e a um nível mais elementar, recorre-se a outro tipo de ferramentas, como os mapas de conceitos, que são organizadores gráficos muito utilizados na educação em Ciências Físicas e Naturais.

A utilização dos mapas de conceitos está fundamentada na teoria de Ausubel da aprendizagem significativa (Novak, 2000). Com base nesta teoria, aprender envolve, não apenas a memorização, mas principalmente o estabelecimento de relações de significado entre conceitos, entre os conceitos que estamos a tentar aprender e aqueles que já conhecemos, ou seja, estabelecer relações de significado entre o conhecimento que possuímos (e que está de alguma forma armazenado na nossa estrutura cognitiva) e os novos conceitos que estamos a aprender. O mapa de conceitos, pela sua estrutura formada de conceitos e palavras de ligação que, em conjunto, originam proposições com significado, fornece uma representação visualmente forte do conhecimento do seu autor. Por exemplo, o mapa de conceitos que se apresenta de

seguida sobre a aprendizagem significativa (cf. Figura 17) espelha, de certa forma, as conceções do seu autor, neste caso sobre o que ele considera serem os três requisitos da aprendizagem significativa.

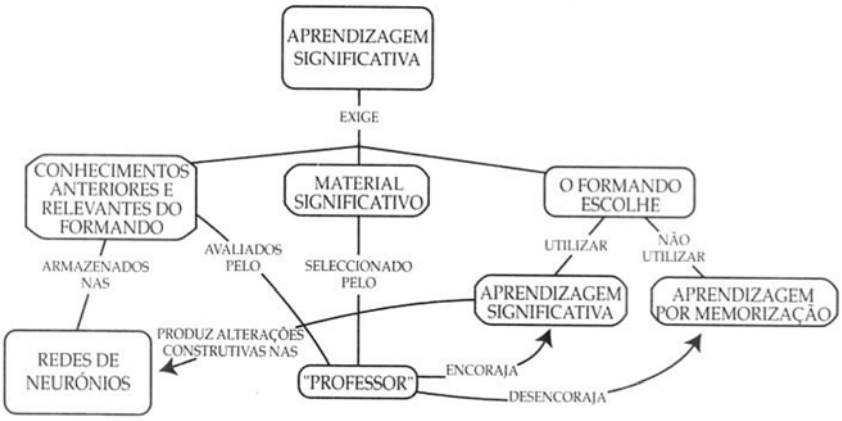
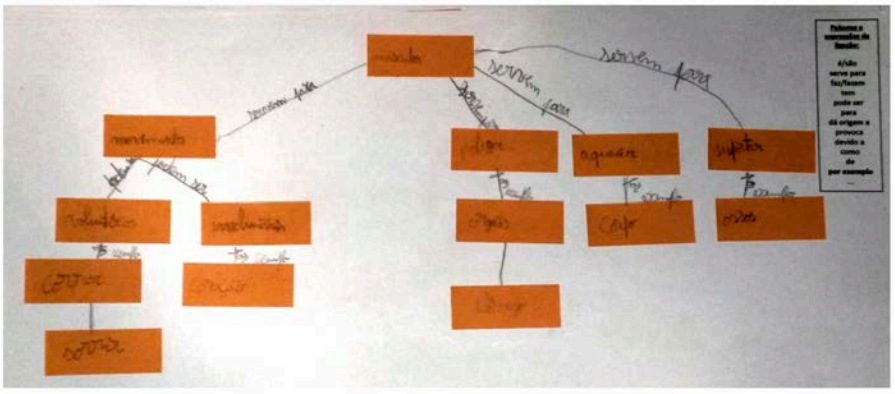


Figura 17

Mapa de conceitos sobre os três requisitos da aprendizagem significativa.

Nota. Retirado de Novak (2000, p. 53).

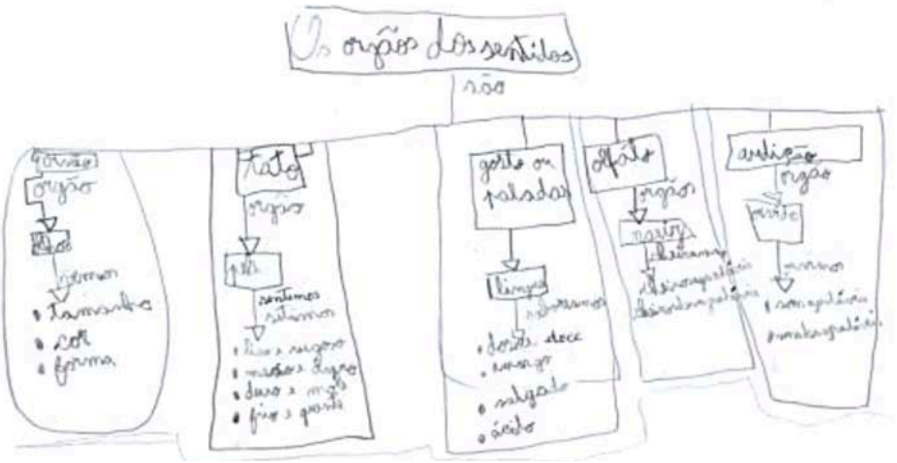
O mapa de conceitos é uma ferramenta que, pelas suas caraterísticas, pode ser utilizada com múltiplas funções: como ferramenta de aprendizagem, como estratégia de comunicação e como instrumento de avaliação (diagnóstica, formativa e sumativa). Os mapas de conceitos podem ser utilizados em todas as idades após a aprendizagem da escrita, ou seja com alunos a partir do 1.º/2.º ano de escolaridade. Antes dessa idade, podem ser usados diagramas com imagens ligadas por linhas sem rótulos que, embora não sejam verdadeiros mapas de conceitos, representam uma versão simplificada dos mesmos e podem contribuir também para a aprendizagem significativa das crianças. Pela nossa experiência, os alunos do 1.º Ciclo do Ensino Básico costumam aderir bem à utilização dos mapas de conceitos e um número crescente de professores já os utiliza nas suas aulas. Apresentam-se de seguida dois exemplos de mapas realizados por alunos do 1.º ciclo em situações de estágio dos mestrados da formação de professores, envolvendo alunos do 4.º ano e do 2.º ano de escolaridade (cf. Figuras 18 e 19).



Nota. Adaptado de Almeida (2015, p. 60).

Figura 18

Mapa de conceitos sobre os músculos, realizado por um aluno do 4.º ano de escolaridade.



Nota. Adaptado de Bargas (2014, p. 37).

Figura 19

Mapa de conceitos sobre os órgãos dos sentidos, realizado por um aluno do 2.º ano de escolaridade.

Em ambas as situações, os mapas de conceitos permitem aceder ao conhecimento do aluno, seja esse conhecimento correto cientificamente ou não. Isso permite ao professor dar feedback adequado, contribuindo para a aprendizagem dos alunos, e ainda avaliar a eficácia das suas práticas.

Os mapas de conceitos são também frequentemente construídos em pequenos grupos ou mesmo em grande grupo com o professor. Esta construção partilhada de acordo com alguns autores (Novak, 2000; Valadares, 2014) permite quer a partilha quer a "negociação de significados". Como os conceitos são aprendidos ao longo da vida, e de forma contextualizada, cada indivíduo tem uma história única e vivenciou experiências diferentes de todos os seus pares. Assim, a conceção que cada indivíduo detém sobre um determinado conceito, em geral não é exatamente igual à conceção de outro indivíduo e, muitas vezes,

ambas são diferentes do conceito científico que os professores pretendem ensinar. Ao partilharem mapas de conceitos, com os conceitos organizados de certa forma e com determinadas palavras de ligação, as diferenças de conceção emergem naturalmente e surgem discussões entre pares que obrigam à "negociação dos significados". O professor tem aqui um papel fundamental na aproximação das conceções dos alunos ao conceito científico.

Conclusão

Para organizar os dois textos sobre OG, estabelecemos um conjunto de objetivos orientadores que agora revisitamos à luz dos exemplos explorados para a matemática e para as ciências físicas e naturais.

O recurso a organizadores gráficos na aprendizagem nestas duas áreas de conhecimento vai muito para além de uma utilização particular em algumas tarefas. Os exemplos que escolhemos ilustram uma utilização aberta e foram explorados com o objetivo de evidenciar aspetos fundamentais do raciocínio específico das áreas referidas. Ao procurarmos compreender os contributos de cada OG para o desenvolvimento do raciocínio, damos firmeza à ideia de que o recurso a organizadores gráficos é indispensável em todos os níveis de aprendizagem e que estes não são exclusivos de uma área específica de saber. Dois aspetos que assumimos como indicadores do valor transdisciplinar dos organizadores gráficos.

Em ambas as áreas exploradas, ficou claro que a associação de organizadores gráficos (tabelas, gráficos, diagramas) é fundamental para o desenvolvimento da consistência do raciocínio. Trabalhar sobre a associação de organizadores gráficos deve ser também um objetivo de ensino e de aprendizagem. Uma abordagem multivariada, em que se evidencia o contributo de cada recurso visual, ajuda a dominar o poder da associação de representações para o conhecimento mais profundo da situação em causa. As ferramentas tecnológicas têm aqui um papel indiscutível pois não é necessário dominar as técnicas de representação para associar organizadores gráficos diferentes dos dados de que dispomos.

Quando se encaram situações de utilização de OG por alunos na resolução de tarefas ou explorações específicas de cada área referida, fica evidente o interesse em aprofundar o conhecimento didático sobre essa utilização, bem como o papel que o professor tem nos processos construtivos do conhecimento com base na atividade do aluno.

Neste primeiro texto, procurámos evidenciar aspetos essenciais da utilização de organizadores gráficos nas duas áreas referidas. Este primeiro nível de síntese, em áreas de saber de forte componente quantitativa, constitui o ponto de partida para a abordagem da utilização de OG em situações essencialmente qualitativas como é o caso da aprendizagem da língua portuguesa (cf. Capítulo 7).

Referências

Almeida, A. (2015). *Contributos da utilização de mapas de conceitos para a aprendizagem de Ciências Naturais no 4.º ano de escolaridade*. [Relatório de Estágio] Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Lisboa. https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/5325

Bargas, C. (2014). O *uso de esquemas como sistematização das aprendizagens*. [Dissertação de mestrado - Relatório do projeto de investigação.] Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal. https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/6929

Bibi, S. (2018). Interactive graphic organizers as visual pedagogic tools: a study of students' reading comprehension in an EFL classroom. In A. Rourke, & B. Spehar (Ed.), *Pedagogies for the visual in innovative learning* (pp. 95-114). Common Ground Research Networks.

Brunheira, L. (2020). Avaliação da resolução de problemas, mais um problema? *Educação e Matemática*, *158*, 9-14.

DGE (2021). *Aprendizagens essenciais de Matemática para os 1.º, 2.º e 3.º Ciclos*. Ministério da Educação – Direção Geral da Educação. https://www.dge.mec.pt/noticias/aprendizagens-essenciais-de-matematica

González, M. L. (2007). *Animais de compañia*. Kalandraka.

Kalman, D. (1997). *Elementary Mathematical Models*. The Mathematical Association of America.

Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V., & Couceiro, F. (2007a). *Explorando materiais... dissolução em Líquidos* (2ª ed.). Ministério da Educação – DGIDC. https://www.dge.mec.pt/guioes-didaticos-eb

Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V., & Couceiro, F. (2007b). *Explorando plantas... sementes, germinação e crescimento* (2ª ed.). Ministério da Educação – DGIDC. https://www.dge.mec.pt/guioes-didaticos-eb

Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V., & Couceiro, F. (2008). *Explorando... mudanças de estado físico*. Ministério da Educação – DGIDC. https://www.dge.mec.pt/guioes-didaticos-eb

NCTM (2007). *Princípios e Normas para a Matemática Escolar*. APM.

Needham, M., & Hodler, A. (2019). *Graph Algorithms*. iBooks.

Novak, J. D. (2000). *Aprender criar e utilizar o conhecimento* (A. Rabaça Trad.). Plátano. (Obra original em língua inglesa editada em 1998).

Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In Grupo de Trabalho de Investigação (GTI) (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). APM.

Ponte, J., Matos, J. , & Abrantes, P. (1998). *Investigação em educação matemática: Implicações Curriculares*. Instituto de Inovação Educacional.

Silvestre, A. I., Faria, A., Sousa, H., Cristo, I., Santos, I., Molarinho, M. J., & Veladas, M. (2010). Sequências pictóricas: Estratégias de generalização dos alunos do 2.º, 3.º e 5.º anos. In GTI (Org.). *O professor e o Programa de Matemática do Ensino Básico* (pp. 90-119). APM.

SPQ (2019). Tabela Periódica da Sociedade Portuguesa de Química. In: *Recursos do Ano Internacional da Tabela Periódica*. https://www.iypt2019.pt/recursos

Trowbridge, J. E., & Wandersee, J. H. (1998). Theory-driven graphic organizers. In: J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, & J. D. Novak (Ed.), T*eaching science for understanding: A human constructivist view* (pp. 95-131). Academic Press.

Valadares, J. (2014). *Organizadores gráficos facilitadores da aprendizagem significativa: Diagramas em vê e mapas de conceitos*. UIED – Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. https://www.uied.fct.unl.pt/sites/www.uied.fct.unl.pt/files/Valadares1 (1).pdf

ORGANIZADORES GRÁFICOS: FERRAMENTAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA LÍNGUA PORTUGUESA

Antónia Estrela
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Centro de Linguística da Universidade Nova de Lisboa
Patrícia Ferreira
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Cristina Loureiro
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa
Pedro Sarreira
Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa

https://doi.org/10.34629/ipl.eselx.cap.livros.163

Resumo

Os organizadores gráficos (OG) constituem instrumentos de comunicação multimodal, podendo também ser usados para suportar a comunicação verbal. Tendo múltiplas aplicações ao nível educativo, os OG são recursos de grande utilidade se pensarmos no trabalho que pode ser feito em vários domínios como a matemática, as ciências naturais, mas também a língua. O objetivo deste texto é mostrar alguns dos benefícios associados à utilização de OG no processo de ensino e aprendizagem e problematizar algumas orientações para uma utilização construtiva de OG no ensino e aprendizagem da língua. Para

tal, pretende-se aprofundar o valor transdisciplinar dos organizadores gráficos e discutir exemplos de utilizações de OG em situações de aprendizagem diversas, dando algumas pistas para os potenciar. Neste trabalho, faz-se uma breve síntese da investigação já realizada sobre a utilização de OG em domínios distintos e apresenta-se um conjunto de ideias sobre o potencial dos OG no desenvolvimento de competências linguísticas. Apresentadas as potencialidades, verifica-se que o poder transdisciplinar de ensino e aprendizagem com recurso a OG permanece um campo com múltiplas possibilidades.

Introdução

O recurso a organizadores gráficos (OG), como as tabelas, os gráficos, os diagramas, entre outros, em contexto educativo, é frequente, sendo, não obstante, comummente associado a domínios do saber específicos, como a Matemática ou as Ciências Naturais. Como vimos no capítulo anterior (cf. Capítulo 6), o ensino e a aprendizagem destas ferramentas é central nestas disciplinas, não se limitando o trabalho sobre OG a uma utilização meramente instrumental. Na verdade, para que os alunos sejam capazes de tirar partido do potencial destes recursos, ao nível da compreensão, da construção e da representação de conhecimento, é imprescindível que estejam familiarizados com eles e que aprendam a utilizá-los. Apesar da inegável presença dos OG no ensino e na aprendizagem das duas áreas referidas, há já algumas evidências de que aliar a sua utilização a outras áreas pode facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Neste sentido, o propósito deste texto é destacar evidências favoráveis à utilização de OG no processo de ensino e aprendizagem e discutir algumas orientações para uma utilização construtiva de OG no ensino e aprendizagem da língua. Procuramos assim ir ao encontro dos objetivos expressos no texto anterior (cf. Capítulo 6) e que recordamos: i) aprofundar o valor transdisciplinar dos organizadores gráficos, a partir da apresentação de exemplos comuns de utilização de OG em três áreas de saber (Matemática, Ciências Físicas e Naturais e Língua Portuguesa); ii) associar OG distintos para a mesma situação, evidenciando o papel das diferenças entre eles para a compreensão da situação em causa; iii) discutir exemplos de utilizações de organizadores gráficos em situações de aprendizagem com alunos do ensino básico, apontando a importância da ação do professor no desenvolvimento dos raciocínios envolvidos.

Além desta introdução, em que fazemos uma breve síntese da investigação realizada sobre a utilização de OG em áreas distintas da Matemática e das Ciências Físicas e Naturais, expomos um conjunto de ideias sobre o potencial dos OG no desenvolvimento de competências linguísticas, que correspondem a várias experiências de ensino.

Embora a investigação sobre a operacionalização destas ferramentas em sala de aula ainda seja limitada, podem ser apontados alguns estudos recentes que evidenciam a importância de se utilizar os OG no trabalho feito com os estudantes de diferentes níveis de ensino. De entre os vários estudos sobre a utilização de OG, são essencialmente apresentadas na literatura análises sobre o recurso a mapas conceptuais. Como vimos no capítulo anterior, os mapas conceptuais ajudam a organizar novos conceitos e as respetivas características essenciais, podendo ser utilizados em diversas áreas. Quando os alunos se implicam na construção de mapas conceptuais, estes executam uma tarefa criativa que pode constituir-se como um desafio interessante, especialmente para quem geralmente aprende de forma memorística ou mecânica (Marques, 2008).

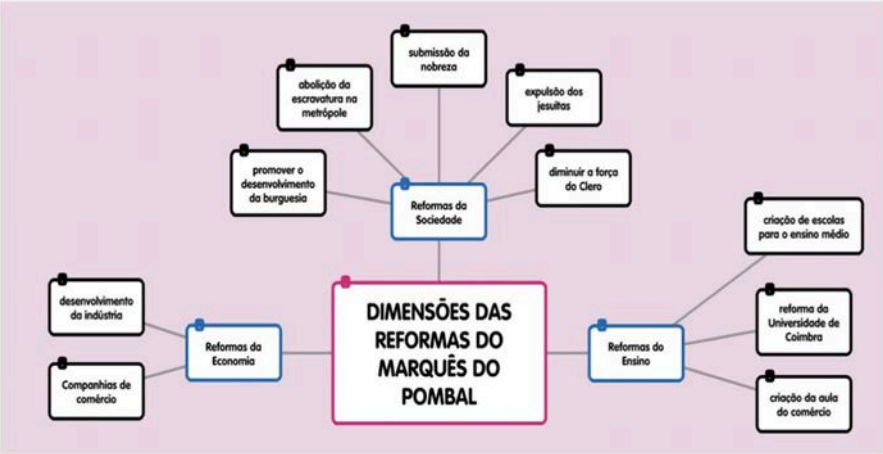
Silva et al. (2021) descrevem um estudo realizado em contexto de Prática Profissional Supervisionada com uma turma de 6.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico, em que se optou por utilizar como estratégia de ensino de conteúdos históricos e geográficos o mapa de conceitos ou mapa conceptual para a sistematização dos conteúdos abordados. Uma vez que os alunos revelavam dificuldades várias em relacionar e sistematizar os conteúdos de História e Geografia de Portugal e ainda os de outras disciplinas, os docentes decidiram optar pela estratégia indicada.

Para os autores, o mapa conceptual baseia-se:

> (i) na organização dos conhecimentos adquiridos, implicando a identificação do objeto de estudo (tema ou conteúdo); (ii) no reconhecimento dos significados a atribuir ao mesmo; (iii) na identificação dos significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; (iv) na organização sequencial do conteúdo; e, por fim, (v) no estabelecimento de pontes entre os conhecimentos que o aluno já possui e os que precisa de adquirir a fim de aprender significativamente (Silva et al., 2021, p. 88).

É deste modo que justificam a importância do uso dos mapas de conceitos na disciplina referida. Também é apontada a necessidade de se articular o trabalho que se faz com os mapas conceptuais e a ava-

liação consequente. Neste caso, os estudantes tiveram de elaborar um mapa conceptual no decurso das aulas, tendo participado ativamente na sua construção. Apresentamos um exemplo de um mapa conceptual construído com alunos sobre as dimensões das reformas dirigidas pelo Marquês de Pombal (cf. Figura 1)..



Nota. Retirado de Silva et al. (2021, p. 96).

Figura 1

Mapa construído com alunos.

A avaliação incidiu sobre o mesmo tipo de tarefa. Os autores notaram "uma gradual evolução da concretização do primeiro mapa conceptual para o segundo" (Silva et al., 2021, p. 97) e verificaram, ainda, que na "ficha de avaliação formativa notou-se uma melhor proficiência na mobilização, relação e sistematização dos conteúdos acima descritos, em que se utilizou o mapa conceptual, face aos restantes conteúdos abordados que não se mobilizaram nesta estratégia de ensino" (Silva et al., 2021, p. 98). No fundo, são destacadas as vantagens do uso dos mapas conceptuais, tendo em conta o seu contributo para um ensino mais "interativo, relacional, crítico e significativo para os alunos (p. 99).

Num outro nível de ensino, num trabalho realizado com 80 alunos de um curso de Medicina, Júnior (2013) propôs que os estudantes se apropriassem do funcionamento do mapa conceptual através de uma sequência didática que foi seguindo e acompanhando de perto. Esta sequência tinha subjacentes as seguintes fases (p. 444):

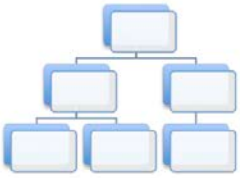
- Identificação das ideias e conceitos mais importantes em estudo;
- Enumeração na lousa dos principais conceitos veiculados no texto;

- Avaliação e classificação dos conceitos enumerados por ordem decrescente de importância;
- Colocação de palavras-chave e formação de frases curtas com proposições adequadas com setas e/ou traços para ligar os conceitos enumerados;
- Identificação das ligações entre os diferentes conceitos que constituem o mapa;
- Leitura do mapa.

Depois, o investigador solicitou a produção de outro mapa conceptual e concluiu que os mapas construídos pelos alunos apresentam uma configuração semelhante, surgindo os conceitos ordenados de maneira lógica, hierárquica e com palavras de ligação estabelecendo relações entre eles, o que permite a interpretação do texto. Assim, de acordo com o mesmo autor, "por ordenarem e sequenciarem conhecimentos e conceitos de modo hierárquico em classes e subclasses, os mapas conceituais têm constituído um recurso metodológico relevante por se alinharem a uma formação teórica adequada às necessárias intervenções na realidade estudada e à apropriação de conceitos científicos pelos alunos" (Júnior, 2013, p. 446).

Ainda que os estudos sobre o uso de mapas conceptuais sejam mais numerosos, identificam-se também estudos sobre o uso de OG em geral, não só com alunos com desenvolvimento típico, como igualmente com desenvolvimento atípico (Ciullo et al., 2015; DiCecco & Gleason, 2002). Por exemplo, com amostras diferenciadas, alguns trabalhos de investigação mostram as vantagens do recurso a OG. Kim et al. (2004) fizeram um levantamento de estudos desenvolvidos entre 1963 e 2001, sobre os efeitos de OG na compreensão de leitura por alunos com dificuldades de aprendizagem e concluíram que o uso de OG foi associado a uma melhor compreensão de leitura. Em comparação com as medidas de leitura padronizadas, as medidas de compreensão desenvolvidas pelo pesquisador com recurso a OG revelaram efeitos positivos. foram associadas a tamanhos de efeito mais elevados. Os ganhos iniciais demonstrados com o uso de OG não foram revelados durante as tarefas de compreensão posteriores ou em novas tarefas de compreensão.

Mais recentemente, Pinto (2014), no seu trabalho sobre o tema de escrever para aprender, dá ênfase à importância das *esquematizações*, ressaltando as vantagens da sua utilização na planificação textual. Damos como exemplo uma proposta de planificação através de esquematização, escolhida entre várias apresentadas pela autora.

Esquematizações	Objetivos	Representação gráfica
Descrição-definição-classificação	Proporcionar conhecimentos sobre um tema, objeto, fenómeno; as suas partes, características, propriedades, exemplos.	

Nota. Retirado de Pinto (2014, p. 91).

Figura 2

Exemplo de planificação por esquematizações aplicada à exposição escrita.

As esquematizações podem fixar-se no âmbito da descrição, definição, classificação, enumeração ou sequencialização. No trabalho feito com os estudantes, é possível incluir as representações gráficas das diferentes estruturas, uma vez que isso irá facilitar a seleção e organização da informação e a textualização que será feita depois (Pinto, 2014).

A partir de um trabalho minucioso sobre uma proposta de construção de um Modelo Didático do Género, com alunos do 4.º ano, implementado de forma explícita e intencional pelos professores, com o intuito de se ver o respetivo impacto na qualidade dos textos que os alunos produzem, Pinto (2014) apresenta algumas conclusões importantes: i) a ausência de um trabalho centrado nas estratégias de construção de conhecimentos, nomeadamente, a construção de esquemas, mapas ou gráficos; ii) o recurso à estratégia de sublinhar como sendo a mais valorizada pelos professores, apesar de não ser o foco de um trabalho didático explícito; iii) o recurso à estratégia de sublinhar como sendo a única estratégia de seleção de informação que os alunos conhecem.

As consequências destas lacunas são várias, sendo visíveis as dificuldades na aquisição de conhecimentos conceptuais e na elaboração de texto devido à ausência de estratégias de leitura e seleção de informação (Pinto, 2014). Como seria de esperar, esta ideia remete para a inevitabilidade de se trabalharem estratégias de leitura e de seleção de informação em vários âmbitos, como garante de sucesso no desempenho de tarefas de construção de conhecimento e de avaliação.

Neste capítulo, incide-se apenas na área específica da Língua Portuguesa, com o objetivo de colmatar uma lacuna neste domínio, uma vez que são poucos os trabalhos que descrevem a utilização de OG nesta área específica, ainda que essa utilização esteja prevista, por exemplo, no documento *Aprendizagens Essenciais - Português* (AE) (DGE, 2018), como veremos mais adiante.

O potencial dos organizadores gráficos no processo de ensino e aprendizagem de competências linguísticas

O recurso aos OG para desenvolvimento de competências constitui uma mais-valia no trabalho específico no domínio da língua materna. De facto, são muitos os exemplos que podem ser apresentados da sua utilização por professores e alunos de vários níveis educativos no campo da oralidade (compreensão e expressão), da leitura, da escrita e da gramática.

Ao olharmos para os OG como representações visuais de dados que permitem sintetizar, estruturar informação, inter-relacionar dados e destacar elementos, apercebemo-nos do seu potencial para a didática da língua. São variadíssimas as aplicações destas ferramentas no ensino e na aprendizagem da língua, nomeadamente no que se refere à compreensão de textos orais ou escritos (i), à planificação de textos orais ou escritos (ii), à revisão/ avaliação de produções orais ou escritas (iii) e à organização, sistematização e análise de dados e/ ou conceitos linguísticos (iv).

1. Compreensão de textos orais ou escritos

Em relação à compreensão de textos orais ou escritos, esta implica a identificação e o inter-relacionamento de ideias-chave, podendo os OG assumir uma operacionalização central neste processo de seleção e organização da informação.

Selecionar informação relevante em textos escutados ou lidos é uma aprendizagem essencial definida para os vários níveis de ensino, registando-se uma progressão e uma complexificação à medida que se avança nos anos de escolaridade. Por exemplo, no documento orientador *Aprendizagens Essenciais* (AE) (DGE, 2018), para o primeiro ano, temos a aprendizagem essencial "Identificar informação essencial em textos orais sobre temas conhecidos" (p. 6) e "Inferir o tema e resumir as ideias centrais de textos associados a diferentes finalidades (p. 8) e

para o nono ano temos "Analisar a organização de um texto oral tendo em conta o género (diálogo argumentativo, exposição e debate) e o objetivo comunicativo" (p. 5) e "Identificar temas, ideias principais, pontos de vista, causas e efeitos, factos e opiniões" (p. 6).

A referência a formas de registo associadas ao processo de seleção da informação é proposta a partir do segundo ano de escolaridade "Selecionar informação relevante em função dos objetivos de escuta e registá-la por meio de técnicas diversas", (DGE, 2018, p. 6), sendo propostas algumas estratégias, como o "registo de informação relevante por meio de desenho, de esquema, de reconto, de paráfrase" (2.º ano, p. 6), a "elaboração de pequenos projetos de estudo e de pesquisa, sobre temas disciplinares e interdisciplinares, que incluam, entre outros aspetos, o recurso a mapas de ideias, esquemas, listas de palavras" (7.º ano, p. 7, 8.º ano, p. 7, 9.º ano, p. 7).

Vejamos especificamente o caso da compreensão da leitura. "Ler é compreender" e a compreensão de um texto implica a identificação de ideias-chave e dos nexos lógicos que se estabelecem entre a informação apresentada, podendo estes ser de natureza descritiva, hierárquica, causal, final, temporal, entre outras possibilidades.

Em trabalhos prévios, Estrela e Ferreira (2017) e Ferreira e Estrela (2019) evidenciaram as dificuldades demonstradas no processo de transposição de ideias basilares de um texto e respetivo inter-relacionamento para o formato de esquema por parte de estudantes do ensino superior. Seria de esperar que estas dificuldades já se encontrassem, de certo modo, ultrapassadas, mas o certo é que subsistem. É, portanto, muito relevante, um investimento nesta matéria, independentemente da área de estudos por que adentraram os estudantes.

Estes instrumentos facilitadores de aprendizagem constituem uma ferramenta que pode ser aproveitada para maximizar o trabalho dos estudantes, pois permitem aferir a compreensão do que foi lido, sistematizar as aprendizagens realizadas, desenvolver o espírito crítico e a memorização e, paralelamente, potenciar uma reflexão linguística e metalinguística.

A compreensão do que foi lido é essencial, tal como é também indispensável que os professores conheçam o modo como os seus estudantes raciocinam, apreendem e organizam os conhecimentos, o que pode ser potenciado pela utilização de um organizador gráfico como objeto de análise. Por outro lado, a reflexão em torno dos OG elaborados pelos estudantes facilita a explicitação de conceções prévias, não

raras vezes alternativas, que se constituem como obstáculos à construção do conhecimento. Assim, quando está em discussão a utilização de um OG, convém apontar que este instrumento mostra o modo como o estudante seleciona e organiza as ideias principais de um texto, mas também pode servir para iniciar uma discussão em torno do resultado apresentado, do OG em si. Neste contexto, podem sobressair dificuldades na compreensão da leitura ou partilha de conhecimentos e ideias incorretas.

Neste processo, é de extrema importância ter-se em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, facilitando-se a construção de aprendizagens significativas (Ausubel, 1963). Neste âmbito, destaca-se o papel que a linguagem e a verbalização assumem, assim como a relação entre as ideias e os saberes prévios existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e as informações novas com que se deparam. Na perspetiva de Ferreira e Estrela (2019), os organizadores gráficos são mecanismos facilitadores desta explicitação de elementos implícitos enraizados nos saberes pré-existentes dos estudantes.

A utilização de OG pelos leitores no processo de compreensão de um texto é útil para que este vá selecionando e registando as informações e organizando os tópicos à medida que vai avançando na leitura. Neste caso, os OG poderão ser considerados parcelares ou provisórios, cumprindo uma função de monitorização da compreensão e de suporte à construção do sentido do texto.

Depois da leitura do texto, será relevante a elaboração de um OG que integre o tema do texto e a apresentação e o inter-relacionamento das ideias-chave (cf. Figura 3). Em contexto escolar/académico, este processo e o produto dele resultante são importantes para que o estudante construa o sentido do texto, mas também para que o professor verifique a forma como o aluno leu o texto e identifique eventuais fragilidades sobre as quais intervir, podendo estas incidir em variadíssimos aspetos, como a compreensão da leitura, a transposição das ideias-chave e do seu inter-relacionamento para o formato do organizador gráfico utilizado ou aspetos linguísticos, como a ortografia, a uniformização das categorias gramaticais dos tópicos, etc. Neste sentido, os OG assumem-se como objetos que potenciam a reflexão (meta) linguística.

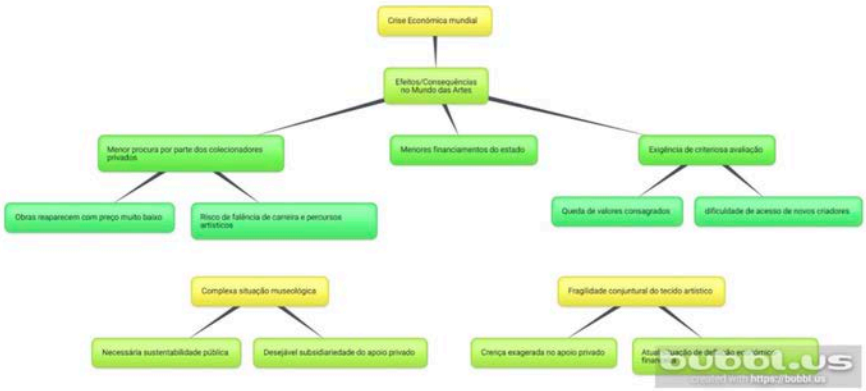


Figura 3

Organizador gráfico produzido para apresentação e inter-relacionamento de ideias-chave (ensino superior).

Neste tipo de tarefa, é relevante que os professores esperem e aceitem variabilidade nos produtos dos estudantes. Importa não nos esquecermos de que a compreensão da leitura resulta da interação entre o texto, o leitor e o contexto (Giasson, 2000) e que, deste modo, diferentes sujeitos fazem diferentes leituras do mesmo texto e as suas produções espelham estas e outras diferenças.

Considerando, agora, as especificidades associadas à compreensão de um texto escutado, a elaboração de registos assume uma importância ainda mais evidente, na medida em que, geralmente, a informação escutada não pode ser recuperada além do que foi memorizado ou registado, ao contrário do que sucede com um texto escrito, que pode ser relido, se e quando necessário. Os registos podem assumir várias formas, nomeadamente a de OG, e permitem maximizar a conservação de elementos escutados na memória, além de tratar e organizar a informação, facilitar a estruturação o pensamento, apoiar a comunicação, a partilha e a reflexão, suportar a realização de outras atividades nos modos oral e/ ou escrito e facilitar a avaliação, com especial enfoque na avaliação formativa e formadora.

À semelhança das propostas apresentadas relativamente à compreensão de textos escritos, pode recorrer-se à elaboração de OG para estruturar aspetos parcelares e/ ou provisórios de textos escutados, mas também para representar o sentido global de um texto, após a escuta. Atente-se nos esquemas apresentados de seguida, elaborados por estudantes do ensino superior a partir de um documentário audiovisual (cf. figuras 4 e 5). Neste processo, os estudantes selecionaram livremente a informação escutada e incorporaram-na em OG assentes numa estrutura sequencial, temporal ou cronológica, próximos de frisos cronológicos. Posteriormente, fizeram uma apresentação oral sobre a vida e a obra de Júlio Pomar, tendo usado um organizador gráfico como suporte na comunicação.

Figura 4

Organizador gráfico produzido a partir de documento audiovisual (ensino superior).

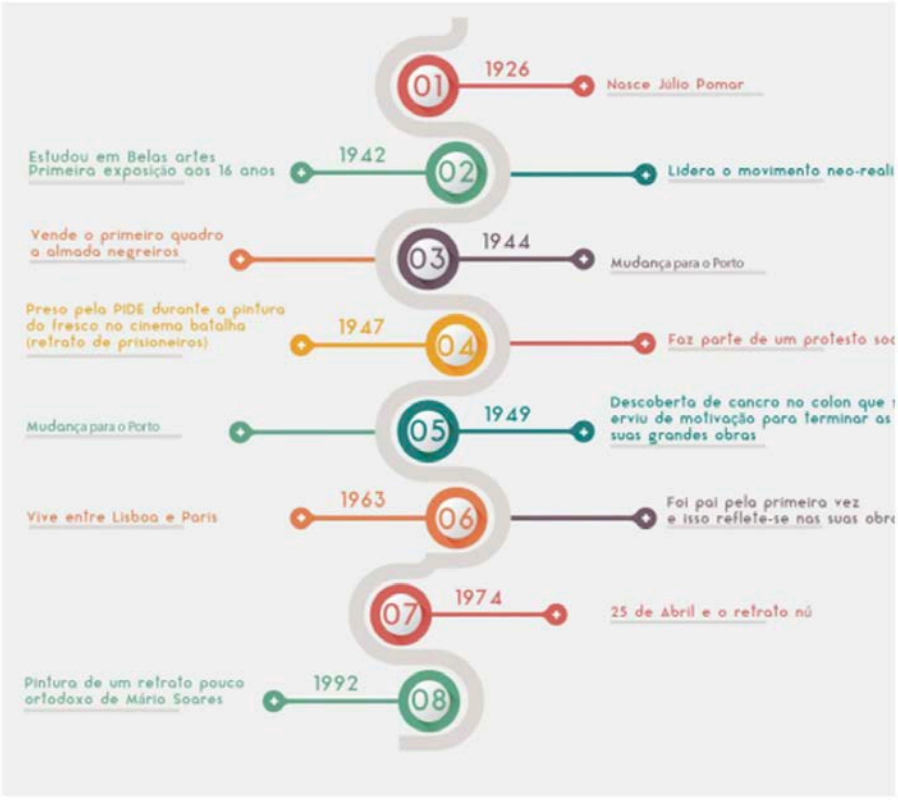


Figura 5

Organizador gráfico produzido a partir de documento audiovisual (ensino superior).

Nota: Trabalhos de estudantes do ensino superior

O preenchimento de OG num formato pré-definido de acordo com categorias de registo e análise definidas pelo professor é também frequente em contexto de leitura e de escuta. Vejamos o exemplo de uma tabela pensada para alunos do 1.º ciclo para registar e organizar a informação durante a escuta da história O *nabo gigante* (cf. Tabela 1), que permite, de forma eficiente, identificar e relacionar informação relativa a cada um dos animais presentes na narrativa, concretamente a quantidade, o aspeto (adjetivação) e a ordem pela qual são referidos no texto. Este organizador pode suportar outras tarefas como, por exemplo, o reconto oral ou escrito da história.

Ordem	Animal	Quantidade	Aspeto
1.º	Vaca	1	Grande e castanha
2.º	Porcos	2	Barrigudos
3.º	Gatos	3	Pretos
4.º	Galinhas	4	Sarapintadas
5.º	Gansos	5	Brancos
6.º	Canários	6	Amarelos
7.º	Rato	1	Pequeno e esfomeado

Tabela 1

Organizador gráfico produzido num contexto de escuta (1.º ciclo).

Repare-se, agora, no exemplo seguidamente apresentado, em que se pede aos alunos que selecionem informação de dois textos, um sobre insetos e outro sobre aranhas, e a organizem numa tabela (cf. tabela 2), que permitirá não só uma organização eficiente da informação, mas também facilitará a identificação de características comuns (destacadas a azul) e de características distintas entre os grupos de animais.

Características	Insetos	Aranhas
Revestimento do corpo	exosqueleto	exosqueleto
Partes do corpo	3 partes (cabeça, tórax, abdómen)	2 partes (cabeça e tórax juntos + abdómen)
Número de patas	6	8
Forma de reprodução	Põem ovos	Põem ovos
Outras características/ hábitos	Têm antenas Têm mandíbulas	Tecem teias

Tabela 2

Organizador gráfico produzido num contexto de leitura (1.º ciclo).

O diagrama de Venn é um outro exemplo de organizador gráfico com um potencial considerável para a explicitação de características comuns e não comuns em dois ou mais conjuntos, como se pode observar abaixo (cf. figura 6). Neste caso, parte-se dos mesmos textos referidos no exemplo anterior, sobre insetos e aranhas.

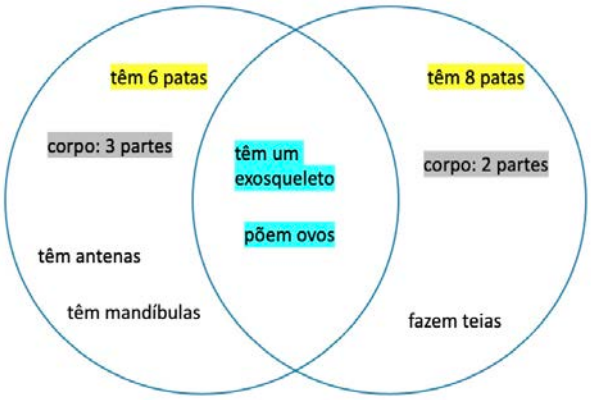


Figura 6

Organizador gráfico produzido num contexto de leitura (1.º ciclo).

2. Planificação de textos orais ou escritos

No que se refere à planificação de textos orais ou escritos, esta é uma aprendizagem essencial definida a partir do 1.º ano de escolaridade ("Planificar, redigir e rever textos curtos com a colaboração do professor", (DGE, 2018, p. 8)), esperando-se uma maior autonomia a partir do 2.º ano ("Planear, produzir e avaliar os seus próprios textos", p. 7), que pode ser operacionalizada através do "registo de informação relevante (por meio de desenho, de esquema, de reconto, de paráfrase" (p. 7).

A planificação de texto requer a seleção, a organização e a estruturação da informação a apresentar, podendo os OG ter um papel fundamental. Neste processo, será relevante o recurso a vários formatos de registo e organização da informação que vai sendo selecionada a partir de fontes orais e/ ou escritas, já exemplificados na secção anterior. Repare-se na tabela 2 e na figura 6, anteriormente referidas, que podem apoiar a produção de uma comparação oral ou escrita entre insetos e aranhas.

Depois de selecionada a informação a incluir, importa proceder à organização e à estruturação dos tópicos nas várias partes ou nos vários parágrafos que compõem a produção, através da elaboração de um plano de texto. Este plano é feito tendo em conta o tema, o género textual, o(s) objetivo(s) da produção e os destinatários e é frequentemente realizado numa tabela, como se pode observar no exemplo seguinte (cf. Tabela 3), uma planificação de uma história.

Introdução	Situação inicial	Quem?
		Onde?
		Quando?
Desenvolvimento	Problemas/conflitos	
	Resolução dos problemas/ conflitos	
Conclusão	Situação Final	

Tabela 3

Organizador gráfico para planificação de texto (1.º ciclo).

Nota: Retirado de Niza et al. (2011, pp. 70).

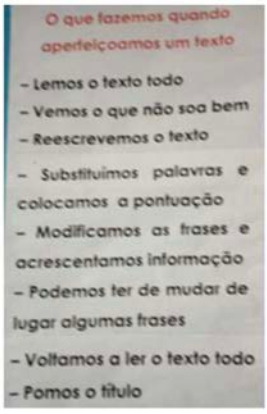
Focalizando a expressão oral, esta é uma competência que implica a utilização da língua com fluência e correção em situações com diferentes graus de formalidade e o respeito por princípios de cortesia que regulam a interação discursiva. Deste modo, requer a mobilização de saberes linguísticos e sociais, beneficiando largamente de uma planificação atenta e cuidada. Os OG têm um potencial relevante nesta planificação do discurso oral.

3. Revisão/ avaliação de produções orais ou escritas

Quanto à revisão/avaliação de produções orais ou escritas, a revisão de texto é referida nos documentos orientadores logo no primeiro ano de escolaridade, com o apoio do professor ("…rever textos curtos com a ajuda do professor", (DGE, 2018, p. 8)), prevendo-se uma aplicação mais autónoma a partir do 2.º ano, com um crescente grau de complexidade ("avaliação dos seus próprios discursos tendo em conta a adequação à situação e os princípios de cooperação e cortesia", p. 6; "revisão (em função dos objetivos iniciais e da coerência e coesão do texto) e aperfeiçoamento textual, o que implica reler, avaliar (com recurso a auto e a heteroavaliação) e corrigir", p. 9).

A eficiência e a eficácia da análise dos textos com base em indicadores claros e objetivos podem ser muito facilitadas pelo recurso a OG, assumindo as tabelas um lugar preponderante neste processo.

Atente-se nos exemplos abaixo apresentados, concebidos para utilização dos próprios alunos, com vista ao desenvolvimento de competências metacognitivas de reflexão sobre o processo e o produto oral ou escrito a partir de indicadores claros e objetivos, definidos em conjunto com as crianças, e sistematizados em OG simples. O primeiro exemplo consiste numa tabela de revisão de texto escrito, preenchida por um aluno do 1.º ciclo (cf. Tabela 4).



Nota. Retirado de Niza et al. (2011, p. 50).

Tabela 4

Indicadores de avaliação de produção de texto (à esquerda) e tabela preenchida por aluno na revisão de texto (à direita) (1.º ciclo).

O exemplo seguinte é uma tabela de regulação da fluência de leitura de crianças do 1.º e do 2.º anos, para preenchimento pelas próprias a partir da escuta de gravações áudio/ vídeo de situações de leitura (cf. Tabela 5).

Indicadores	**0 – Não.** **1 – Devo treinar mais este ponto.** **2 – Sim.**
Li de forma audível.	
Articulei bem as palavras.	
Li com uma velocidade adequada.	
Li sem me enganar.	
Respeitei os sinais de pontuação.	

Tabela 5

Organizador gráfico produzido para avaliação de produção oral (1.º ciclo).

A tabela abaixo foi pensada para alunos do 3.º e 4.º anos refletirem sobre as suas descrições orais (cf. Tabela 6). As crianças realizaram um jogo, a pares, em que, alternadamente, um aluno descreve oralmente uma imagem sem mostrar ao colega, para que ele reproduza o que escuta através do desenho. De seguida, os dois alunos confrontam a imagem inicial e o desenho elaborado e verificam os aspetos que não constam do desenho e os que foram indevidamente acrescentados, refletindo sobre as possíveis razões para essa discrepância. Esta atividade tem como objetivo principal favorecer a tomada de consciência da importância de incluirmos informação suficiente nos nossos textos (neste caso, descritivos) para torná-los mais claros e ricos.

	Elementos que desenhei/ desenhou	**Elementos que não desenhei/ desenhou**	**Elementos que acrescentei/ acrescentou**

Tabela 6

Organizador gráfico produzido para reflexão sobre produção oral (1.º ciclo) .

Veja-se, por fim, o exemplo de uma tabela para avaliação do discurso oral, usada por estudantes do 3.º ciclo do ensino básico (cf. Tabela 7).

Enquanto falante:	NUNCA	RARAMENTE	ÀS VEZES	MUITAS VEZES	SEMPRE
Articulo bem as palavras.					
Adequo o tom de voz ao interlocutor e ao espaço.					
Gesticulo muito quando falo.					
Escolho as palavras certas para dizer o que quero.					
Sou uma pessoa inibida, por isso evito falar.					
Tenho tendência a concordar com os outros e a não dizer o que penso.					
Uso os articuladores do discurso para organizar as minhas ideias.					

Nota. Retirado de Monteiro & Viana (2021, slide 20).

Tabela 7

Organizador gráfico produzido para reflexão sobre produção oral (3.º ciclo e secundário).

4. Organização, sistematização e análise de dados e/ ou conceitos linguísticos

Em relação à organização, sistematização e análise de dados e/ ou conceitos linguísticos, esta é a base da reflexão (meta)linguística desenvolvida no seio da gramática e altamente influente nas aprendizagens realizadas no âmbito dos outros domínios ou competências nucleares da língua materna. O registo destes dados favorece a identificação de padrões e regularidades e a compreensão do inter-relacionamento entre unidades linguísticas, sendo explicitado nas orientações curriculares desde os primeiros anos de escolaridade ("registo de regularidades e padrões, por exemplo, de padrões silábicos, de pares mínimos)" (DGE, 2018, 1.º ano, pp. 7 - 8).

Os OG poderão trazer benefícios neste campo, já que implicam a reflexão e a tomada de decisão sobre a forma de organizar os dados, facilitam uma organização eficiente e favorecem a visualização e a compreensão de paradigmas, regras e exceções e das relações que se estabelecem entre os vários elementos considerados. Veja-se a tabela abaixo (cf. Tabela 8), utilizada para identificar, selecionar e organizar as palavras que rimam na história *A Casa da Mosca Fosca,* podendo estas ser recolhidas em situações de escuta e/ ou leitura.

Animal	Rima	Palavras que rimam
Mosca	”osca”	Fosca
Escaravelho	”elho”	Carquelho Vermelho
Sapo	”apo”	Larapo Trapo
Coruja	”uja”	Rabuja Suja
…	…	…

Tabela 8

Organizador gráfico produzido trabalho sobre rima (1.º ciclo).

Se considerarmos uma abordagem da gramática de cariz indutivo e reflexivo, o potencial dos OG para organizar os dados linguísticos será ainda mais evidente. O laboratório ou oficina gramatical (Costa et. al, 2011; Duarte, 2008) será, talvez, o exemplo mais paradigmático desta perspetiva. Esta abordagem baseia-se na aplicação do método científico para a construção de conhecimento linguístico e é operacionalizada em etapas: formulação de uma pergunta/ apresentação de um problema (i); observação de dados e identificação de padrões/ regularidades (ii); formulação de hipóteses (iii); testagem de hipóteses (iv); validação de hipóteses (v); exercitação (vi); avaliação (vii) (Duarte, 2008).

Vejamos, então, dois exemplos de OG que permitem refletir e estruturar conhecimento em laboratórios gramaticais. No primeiro (cf. figura 7), temos um diagrama de Venn usado para organizar as palavras apresentadas, agrupando-as em categorias e relacionando-as hierarquicamente. No segundo exemplo, (cf. figura 8) são utilizados dois diagramas para incluir nomes de flores e nomes de pássaros, organizando-os em relações de hiperonímia-hiponímia.

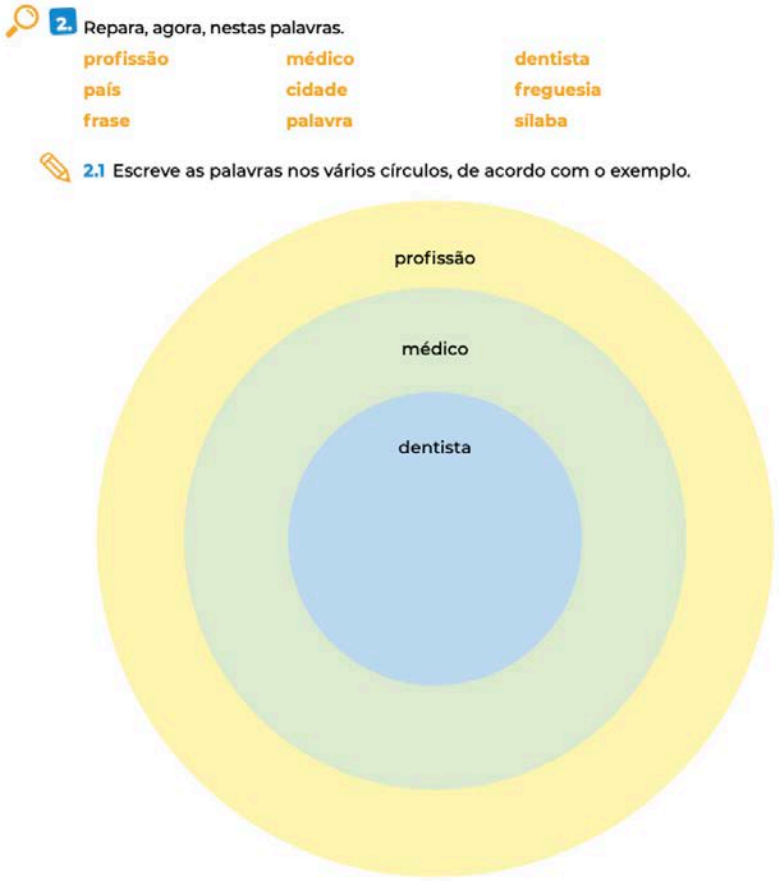


Figura 7

Diagrama de Venn usado num laboratório gramatical para o 1.º ano.

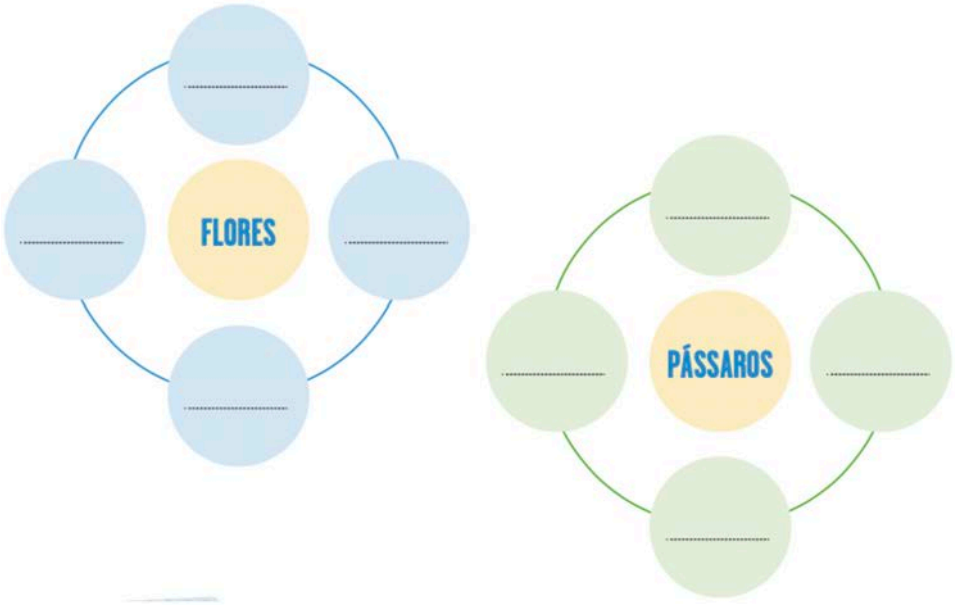


Figura 8

Diagramas utilizados num laboratório gramatical para o 1.º ano.

Conclusão

Pela exposição anteriormente feita, é visível a adequação da utilização de OG no desenvolvimento de competências linguísticas, não só nos diferentes níveis de ensino, como também com diferentes tipos de alunos.

Sem pretendermos ser normativos, parece-nos que a exposição justifica que destaquemos dois princípios básicos para quem é um utilizador de informação ou deseja pensar e construir conhecimento: 1) Recorrer a um OG para apresentar ou expor informação sempre que isso é possível; 2) Recorrer a um OG para organizar ou construir nova informação a partir de outra já existente.

Associando as ideias desenvolvidas neste texto e no anterior (cf. Capítulo 6), destacamos o interesse em estudar como é que a associação de OG pode contribuir para a melhoria das aprendizagens nas diversas áreas e proporcionar ligações na realização de experiências interdisciplinares. Neste âmbito, apontamos o interesse em associar outras áreas às três áreas de saber em que nos focámos nos dois textos, com especial relevância para a interligação com as Ciências Sociais.

As ferramentas tecnológicas para construir e usar OG são hoje imensas. Do ponto de vista visual, a sofisticação é enorme e as facilidades de acesso são surpreendentes. É por isso que há fortes razões para que a utilização de organizadores esteja em expansão. Por um lado, temos o seu poder como ferramenta de comunicação e raciocínio, por outro, temos as possibilidades de utilização que a tecnologia nos oferece. Estamos por isso confiantes que os OG passarão a ter um papel mais significativo nos processos de ensino e de aprendizagem das várias áreas do conhecimento.

Concluímos que as razões que justificaram a nossa motivação para realizar estes dois textos sobre a utilização de OG saem com um novo valor para a continuidade de trabalhos neste âmbito e, por isso, os reelaboramos. O poder transdisciplinar de aprendizagem com recurso a OG, ainda mal conhecido, permanece como um desafio de estudo nas comunidades de educação. Os contributos que a investigação tem proporcionado sobre a utilização didática dos OG, ainda reduzidos, justificam o interesse em os desenvolver. As possibilidades oferecidas pela tecnologia, em crescimento acelerado, reforçam o desafio transdisciplinar e o convite à investigação.

Referências

Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.

Ciullo S., Falcomata, T. S., Pfannenstiel, K., & Billingsley, G. (2015). Improving learning with science and social studies text using computer-based concept maps for students with disabilities. *Behav Modif, 39*(1),117-135. Doi: 10.1177/0145445514552890. Epub 2014 Oct 9. PMID: 25301848.

Costa, J., Cabral, A., Santiago, A., & Viegas, F. (2011). (2012). *Guião de Implementação do Programa de Português: Conhecimento Explícito da Língua*. Ministério da Educação – Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.

DiCecco V. M., & Gleason M. M. (2002) Using graphic organizers to attain relational knowledge from expository text. *J Learn Disabil*., *35*(4), 306-320. Doi: 10.1177/00222194020350040201. PMID: 15493240.

Direção Geral da Educação [DGE]. (2018). *Aprendizagens essenciais - Articulação com o perfil dos alunos. 7.º ano 3.º ciclo do ensino básico - Português*. https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico

Duarte, I. (2008). *O conhecimento da língua: Desenvolver a consciência linguística*. Ministério da Educação – Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.

Estrela, A., & Ferreira, P. (2017). Competências linguísticas de estudantes de artes visuais e tecnologias à entrada do ensino superior. *Atas do 12.º Encontro Nacional da Associação de Professores de Português: Língua e literatura na escola do século XXI*. Associação de Professores de Português.

Estrela, A., & Ferreira, P. (2021). *Descobrir a Gramática - 1.º Ano*. Fábula Educação.

Ferreira, P., & Estrela, A. (2019). *Do texto à reflexão metalinguística: O esquema como elemento estruturante. Eutomia - Revista de Literatura e Linguística, 1*(23), 245-267.

Giasson, J. (2000). *A compreensão na leitura*. ASA Editores.

Júnior, V. C. (2013). A utilização de mapas conceituais como recurso didático para a construção e inter-relação de conceitos. *Revista Brasileira de Educação Médica, 37*(3), 441-447. https://doi.org/10.1590/S0100-55022013000300017

Kim, AH, Vaughn, S., Wanzek, J., & Wei, S. (2004). Graphic organizers and their effects on the reading comprehension of students with LD: a synthesis of research. *J Learn Disabil.*, *37*(2), 105-318. Doi: 10.1177/00222194040370020201. PMID: 15493233.

Marques, A. (2008). *Utilização pedagógica de mapas mentais e de mapas conceptuais. Dissertação de mestrado*. Universidade Aberta. http://hdl.handle.net/10400.2/1259

Monteiro, C., & Viana, F. (2021). Promoção da Competência Comunicativa Oral (CCO) no Ensino Básico: Desafios e Propostas. (Comunicação oral). *14.º Encontro Nacional da APP: Português: avaliação na aprendizagem*. Doi: 10.13140/RG.2.2.10425.49768.

Niza, I., Segura, J., & Mota, I. (2011). *Guião de implementação do programa de português do ensino básico – Escrita*. Ministério da Educação – Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.

Pinto, M. (2014). *Escrever para aprender Estratégias, textos e práticas*. (Tese de doutoramento). Universidade de Aveiro. https://ria.ua.pt/bitstream/10773/13143/1/Escrever%20para%20aprender-%20estrat%C3%A9gias%2C%20textos%20e%20pr%C3%A1ticas.pdf

Silva, M., Rato, V., & Ferreira, N. M. (2021). O mapa conceptual: Uma estratégia de sistematização e relação de conteúdos em História e Geografia de Portugal numa turma de 6.º ano. In A. G. Dias et al. (Coord.), *TempuSpacium - Didática das Ciências Sociais, Estudos II*. (pp. 85-102). Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Lisboa.