

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 perspectiva didática.

A este motivo acrescentam 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 características 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 caracterizar 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 registrar 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 conceituais. 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 perspectiva 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

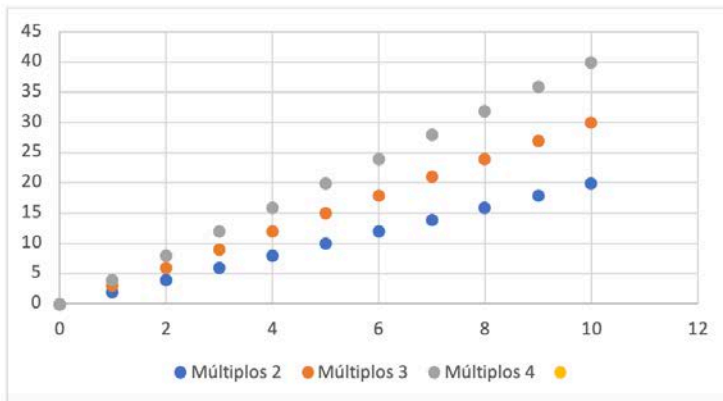
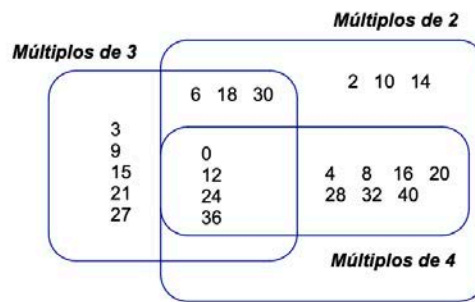


Figura 1
Tabela, gráfico e diagrama de Venn representativos de múltiplos de 2, 3 e 4.

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 um 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, caracterizar 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

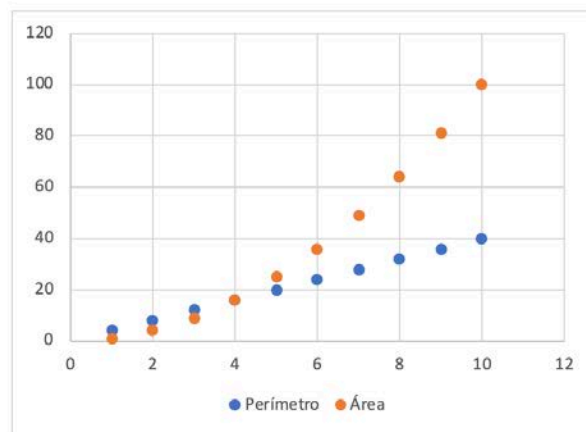


Figura 2
Tabela e gráfico da variação o perímetro e da área de um quadrado.

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 o 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 contém. 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 características 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.

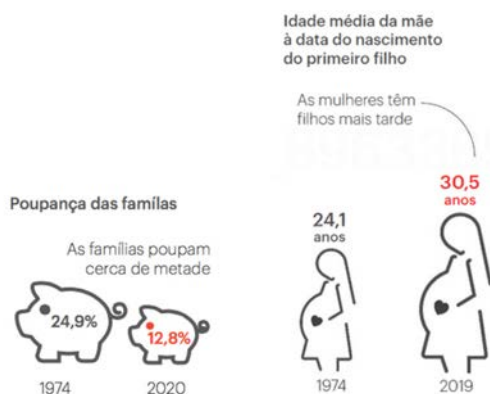


Figura 3
Dois infográficos recolhidos na comunicação social

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 $\sqrt{2}$, isto é, aproximadamente 1,4.

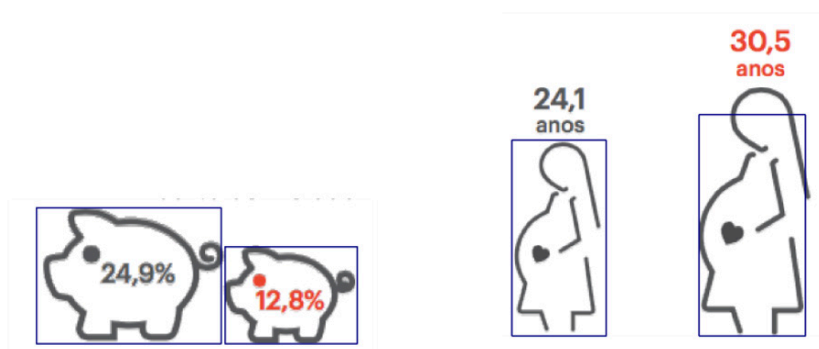


Figura 4
Retângulos semelhantes sobrepostos a duas infografias.

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 perspectiva 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

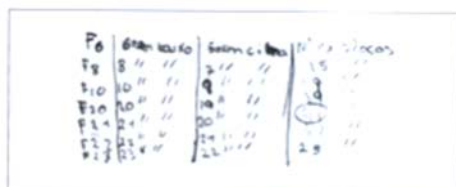
Figura 7

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.

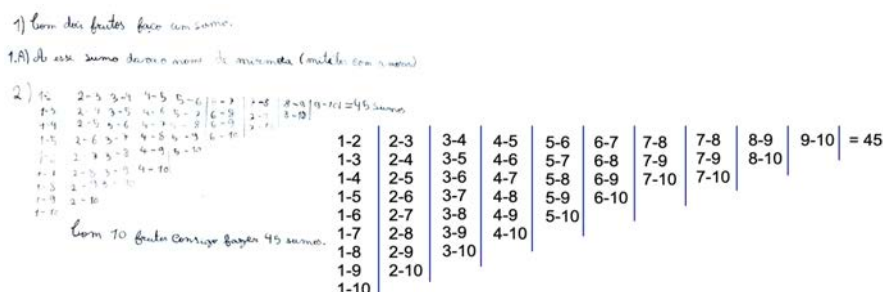


Figura 10

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.

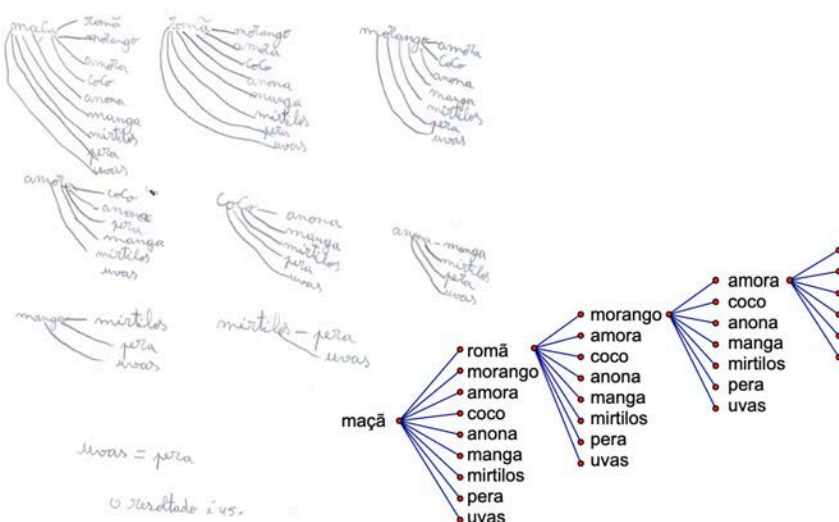


Figura 11

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?

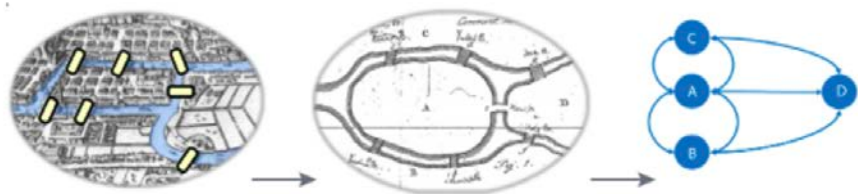


Figura 12
Origem da Teoria dos Grafos.

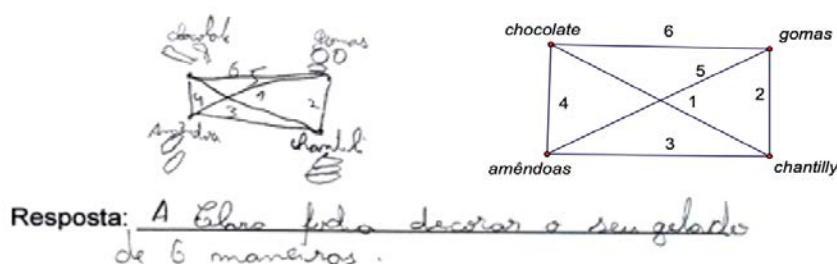
Nota. Retirado de Needham e Holder (2019).

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.

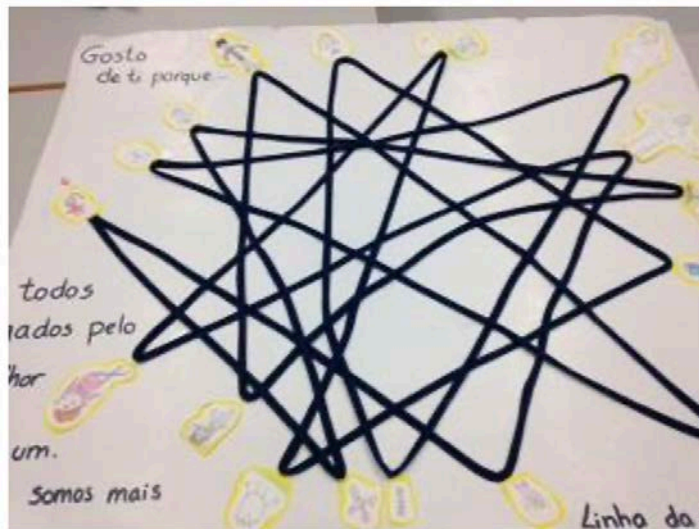


Figura 14

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 trabalhamos 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 perspectiva 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 perspectiva 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.

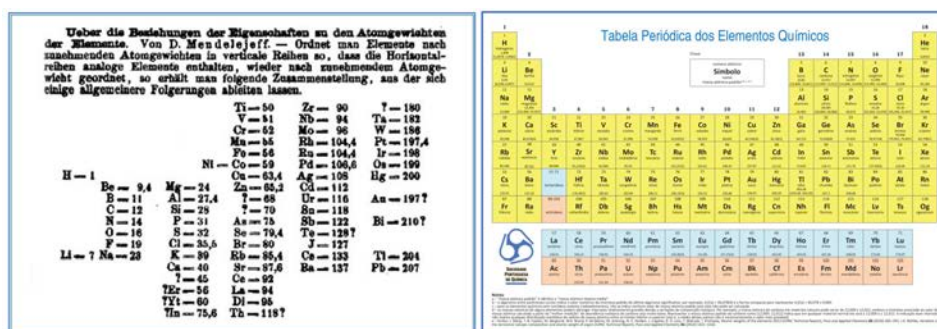
De acordo com Trowbridge e Wandersee (1998), inicialmente os OG não eram para ser construídos pelos alunos, mas sim pelos especialistas, tendo em vista ajudar os alunos. No caso do mapa de conceitos, por exemplo, os primeiros foram construídos por um grupo de investigadores liderado por Joseph D. Novak, 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 dum 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 (... °C)	100mL		
B	entre 30 - 40°C (... °C)	100mL		
C	entre 80 - 100°C (... °C)	100mL		
D (tapado)	ambiente (... °C)	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 °C, 23 °C e 69 °C – 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

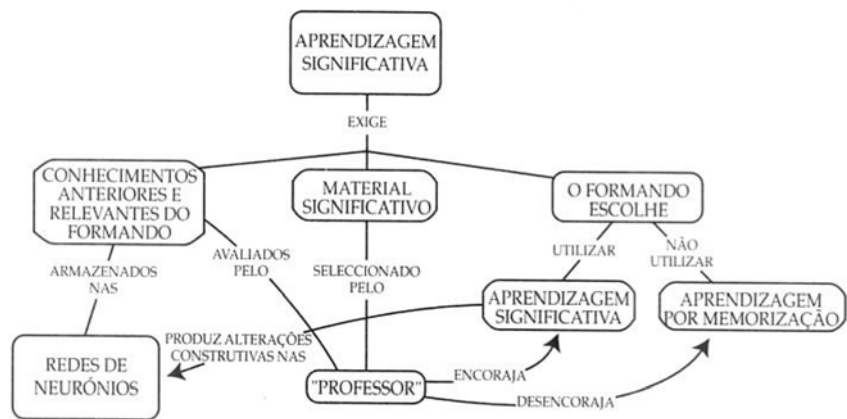
A interpretação dos fenómenos obriga a estabelecer relações entre diferentes conceitos. Por vezes é possível identificar relações matemáticas (fórmulas) entre diferentes conceitos, como, por exemplo, na célebre relação, proposta por Einstein, entre massa (m) e energia (E) representada pela expressão $E=mc^2$ ou na famosa 2ª lei de Newton da dinâmica, entre força (F) e aceleração (a): $F = m \cdot a$. 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 concepções 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 características, 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).

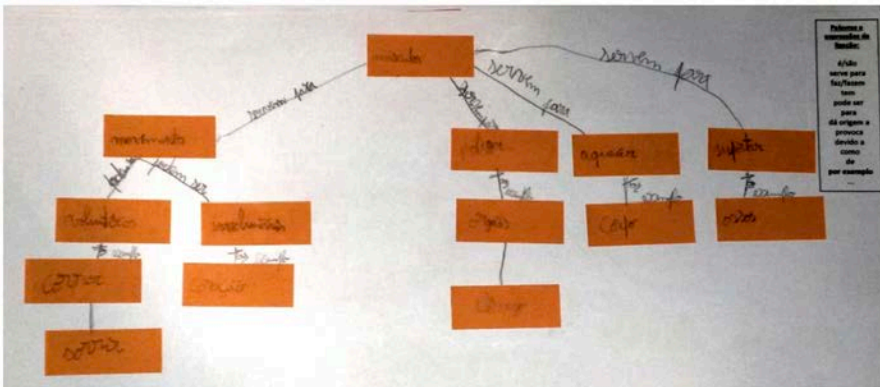


Figura 18

Mapa de conceitos sobre os músculos, realizado por um aluno do 4.º ano de escolaridade.

Nota. Adaptado de Almeida (2015, p. 60).

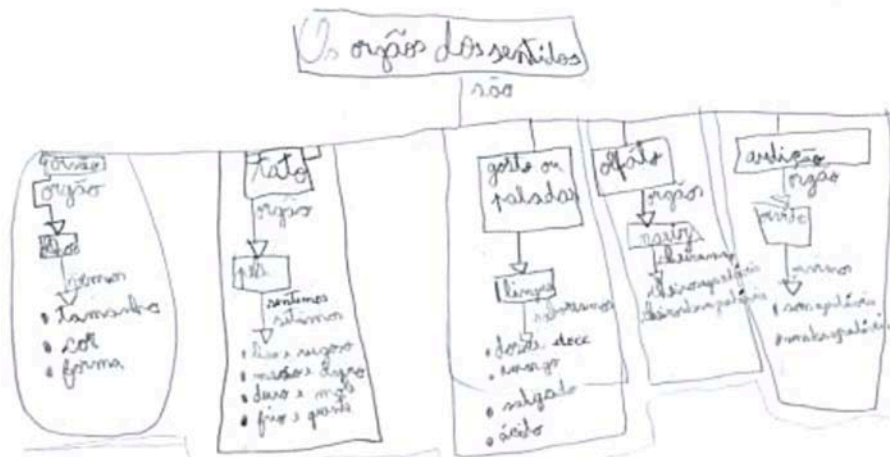


Figura 19

Mapa de conceitos sobre os órgãos dos sentidos, realizado por um aluno do 2.º ano de escolaridade.

Nota. Adaptado de Bargas (2014, p. 37).

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 que a partilha que a “negociação de significados”. Como os conceitos são aprendidos ao longo da vida, e de forma contextualizada, cada indivíduo tem uma história única e viveu experiências diferentes de todos os seus pares. Assim, a concepção que cada indivíduo detém sobre um determinado conceito, em geral não é exatamente igual à concepção 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 concepção emergem naturalmente e surgem discussões entre pares que obrigam à “negociação dos significados”. O professor tem aqui um papel fundamental na aproximação das concepções 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 companhia*. 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.), *Teaching 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.ued.fct.unl.pt/sites/www.ued.fct.unl.pt/files/Valadares1 \(1\).pdf](https://www.ued.fct.unl.pt/sites/www.ued.fct.unl.pt/files/Valadares1 (1).pdf)