

Modelo instrutivo 4C/ID: Efeitos sobre as abordagens à aprendizagem de alunos do 9º ano

Mário Marcelino Luís de Melo* / Guilhermina Lobato Miranda*

* Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

Este artigo tem como principal objetivo apresentar os resultados de uma investigação sobre o efeito da utilização de um ambiente de aprendizagem digital, destinado ao ensino dos circuitos elétricos e construído com base no modelo de Desenho Instrutivo de Quatro Componentes (4C/ID), sobre o tipo de abordagem à aprendizagem adotada por alunos do 9º ano.

Constituímos dois grupos: um experimental ($n_E=76$), no qual o tema circuitos elétricos foi ensinado com o ambiente digital (estratégia centrada no aluno) e um grupo de controlo ($n_C=49$), no qual o tema circuitos elétricos foi ensinado com base num método convencional (estratégia centrada no professor). Para caracterizar o tipo de abordagem à aprendizagem adotado pelos alunos usámos o Inventário de Processos de Estudo (IPE) validado para várias amostras da população estudantil portuguesa.

Os resultados revelaram: (1) equivalência no pré-teste entre os dois grupos ao nível das variáveis abordagens superficial e profunda; (2) no pós-teste, para o grupo experimental, ocorreu uma diminuição do uso da abordagem superficial e um aumento da pontuação para a variável abordagem profunda, não havendo alterações significativas nestas variáveis no grupo de controlo. A análise dos dados qualitativos da descrição do processo experimental, feita com base em observação das aulas e em entrevistas aos professores, permitiu-nos explicitar algumas características do ambiente de aprendizagem digital, tornando mais clara a interpretação dos resultados. O carácter multidimensional do constructo “abordagem à aprendizagem” evidenciou-se pelos valores de magnitude de efeito, que se mostraram globalmente baixos.

Palavras-chave: Abordagem à aprendizagem, Abordagem profunda, Abordagem superficial, Modelo 4C/D.

Introdução

A investigação sobre as abordagens à aprendizagem iniciou-se na década de 70 com os trabalhos de Marton e Säljö (1976a,b) sobre o processo de aprendizagem. Estes autores recolheram um conjunto de dados que lhes permitiu analisar a forma como os alunos entendiam e abordavam a leitura de um texto. Surgiu o conceito de “abordagem à aprendizagem” que deu origem ao quadro teórico de Abordagem à Aprendizagem (*Student Approaches to Learning* – SAL). Desde essa época, o conceito foi sendo usado por outros investigadores que, a par da metodologia qualitativa usada por estes primeiros investigadores, desenvolveram métodos quantitativos e instrumentos que permitem medir o constructo recorrendo a questionários (escala e inventários). Os autores que mais se salientam neste domínio são Biggs (1988) e Entwistle (1990).

A correspondência relativa a este artigo deverá ser enviada para: Mário Marcelino Luís de Melo, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Alameda da Universidade, 1649-013 Lisboa, Portugal. E-mail: mmlmelo@hotmail.com

O objetivo deste estudo é investigar o efeito da utilização de um ambiente de aprendizagem digital concebido com o modelo de desenho educacional de quatro componentes (*Four Components Instructional Design Model – 4C/ID*) sobre as abordagens à aprendizagem adotadas por um conjunto de alunos do 9º ano do terceiro ciclo do ensino básico.

Revisão da literatura

O modelo instrutivo de quatro componentes (4C-ID)

O modelo instrutivo de quatro componentes (4C/ID) preconiza que, para a aquisição de aprendizagens complexas (ap aprendizagens que envolvem a integração de conhecimentos, competências e atitudes), são necessários quatro componentes: (1) *tarefas de aprendizagem*, que exigem que os alunos integrem e coordenem muitos, senão todos, os aspetos do desempenho relacionados com a resolução de problemas e os raciocínios que lhes subjazem; (2) *informação de apoio*, que serve de auxílio à aprendizagem e à resolução das tarefas de aprendizagem e onde é apresentada a melhor abordagem à resolução dos problemas, fazendo a ponte entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios dos alunos; (3) *informação processual*, que constitui um requisito para a realização das tarefas, por exemplo, através de um algoritmo para explicitar os aspetos rotineiros que devem ser executados; esta informação só surge no momento exato em que o aluno necessita dela, diminuindo desta forma a sobrecarga cognitiva; um exemplo deste tipo de informação corresponde às mensagens que surgem do sistema de *feedback* corretivo e cognitivo durante a realização das tarefas de aprendizagem; e (4) *prática nas tarefas*, que são exercícios adicionais centrados em aspetos rotineiros das tarefas e que necessitam de maior treino; este componente só é usado quando as tarefas de aprendizagem não suscitam uma repetição suficiente para se atingir o nível de automaticidade pretendido (van Merriënboer & Kester, 2014).

O modelo 4C/ID foi desenvolvido com base na Teoria da Carga Cognitiva de Sweller (Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011) e na Teoria da Aprendizagem Multimédia de Mayer (Mayer, 2014), ambas integradas na Abordagem do Processamento de Informação, que preconiza que a arquitetura cognitiva humana consiste numa memória de trabalho com capacidade limitada que interage com a memória de longo prazo que tem capacidade ilimitada (Paas, Tuovinen, Tabbers, & Gerven 2003).

A Teoria da Carga Cognitiva contribui para este modelo instrutivo com um conjunto de procedimentos empiricamente validados, aos quais devem obedecer as mensagens educativas, de modo a gerir de forma eficiente a carga cognitiva imposta pelos materiais instrutivos, libertando a capacidade da memória de trabalho e promovendo a construção e reconstrução de esquemas mentais na memória de longo prazo (Kirschner, 2002).

A Teoria da Aprendizagem Multimédia tem a particularidade de ser muito útil para quem concebe recursos educativos digitais, como é o nosso caso, pois parte do princípio que as pessoas aprendem melhor quando se associam palavras e imagens do que quando se usam apenas palavras (Princípio da Aprendizagem Multimédia). Esta associação deve ser feita tendo em consideração o sistema cognitivo de processamento de informação, nomeadamente as suas potencialidades e limitações (Mayer, 2014). A Teoria da Aprendizagem Multimédia tem em consideração três pressupostos: (1) a capacidade limitada do sistema mnemónico humano; (2) o fato de o sistema de memória humano possuir dois canais distintos para o processamento da informação visual e verbal, cada um com capacidade limitada; e (3) o pressuposto de que a aprendizagem “ativa” corresponde a um conjunto coordenado de processos cognitivos que são condição necessária para que a aprendizagem ocorra. A partir desta teoria foi desenvolvido um conjunto de princípios,

empiricamente validados, que ajudam a construir recursos educativos digitais que promovem mais e melhor aprendizagem (Mayer & Moreno, 2002).

Tipos de abordagens à aprendizagem

O constructo “abordagens à aprendizagem” procura representar o modo como os alunos se relacionam com as tarefas de aprendizagem, contribuindo para a compreensão das diferenças entre os alunos quando estes se envolvem na resolução de uma tarefa de aprendizagem.

As abordagens à aprendizagem são caracterizadas por Biggs como “o processo de aprendizagem que emerge da perceção dos alunos sobre a tarefa académica, influenciado pelas características pessoais” (Biggs, 1988, p. 185) e por fatores relacionados com o contexto (natureza das tarefas de aprendizagem, método de ensino, avaliação, etc.). Segundo este autor estes fatores podem influenciar a qualidade da aprendizagem através do tipo de abordagem à aprendizagem que os alunos adotam. Vários autores (Cowman, 1998; Lorillard, 1979; Marton, 1983; Ramsden, 1988; Thomas, 1986; citados por Snelgrove, 2004) consideram que o tipo de abordagem à aprendizagem adotado pelos alunos pode ser uma resposta aos estímulos gerados pelo ambiente/contexto de aprendizagem. Portanto, o tipo de abordagem à aprendizagem não se apresenta apenas como uma característica estável do aluno, descreve antes a relação entre a sua perceção sobre as tarefas de aprendizagem (inseridas num determinado contexto) e a sua forma típica de as abordar.

Marton e Säljö (1976a,b) identificaram duas abordagens contrastantes (uma “abordagem profunda” e uma “abordagem superficial”) na forma como os alunos escandinavos liam e usavam a informação de textos. A abordagem profunda é caracterizada por uma intenção do aluno de procurar compreender os conceitos, de estabelecer relações entre estes e de os aplicar a novas situações. A abordagem superficial insere-se numa aprendizagem mais mecânica, com recurso à memorização de forma isolada.

Ramsden (1979) identificou uma terceira abordagem, a “abordagem estratégica ou de alto-rendimento”, que é caracterizada por uma motivação centrada na competição e na autoestima. Este tipo de abordagem apresenta um motivo semelhante ao da abordagem superficial, com a diferença que o aluno tem a intenção de obter classificações elevadas, enquanto que na abordagem superficial o aluno pretende apenas obter as classificações necessárias para transitar de nível.

Em suma, a SAL suporta a existência de duas abordagens à aprendizagem: (1) uma abordagem profunda centrada em estratégias e motivações profundas que correspondem a atitudes eficazes e desejáveis face à aprendizagem; e (2) uma abordagem superficial que implica estratégias e motivações superficiais, associadas a atitudes ineficazes e indesejáveis na aprendizagem (ver Quadro 1).

Quadro 1

Características dos diferentes tipos de abordagem à aprendizagem (adaptado de Entwistle, 1997)

Abordagem superficial	Abordagem profunda	Abordagem de alto rendimento
– Memorização dos conteúdos necessários para a avaliação;	– Intenção de compreender;	– Intenção de obter classificações elevadas;
– Dificuldade em compreender e relacionar conceitos;	– Interesse ativo sobre os temas;	– Organização efetiva do estudo;
– Ansiedade em lidar com as exigências das tarefas de aprendizagem.	– Organizar e relacionar conceitos;	– Gestão do tempo de estudo.
	– Usar lógica para compreender conceitos.	

O tipo de abordagem à aprendizagem adotada pelos alunos também pode ser fruto do contexto de aprendizagem. O Quadro 2 ilustra a forma como algumas dimensões do contexto de aprendizagem podem influenciar as abordagens superficial e profunda.

Quadro 2

Características do contexto de aprendizagem que influenciam as abordagens à aprendizagem (adaptado de Ramsden, 2003; e Biggs, 2003)

A abordagem superficial é influenciada por ...	A abordagem profunda é influenciada por ...
<p>Ensino:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Um ensino que enfatiza a transmissão de informações, especialmente naquele em que o professor demonstra pouco interesse pelo assunto que está a ensinar. – Reduzido <i>feedback</i> sobre o processo de aprendizagem. 	<p>Ensino:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ensino estimulante e centrado no aluno. – Sistema de <i>feedback</i> apresentado ao longo da aprendizagem.
<p>Currículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Um currículo que se centra no uso excessivo de material instrutivo. 	<p>Currículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Um currículo que se centra num volume e nível do material instrutivo adequado.
<p>Avaliação:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Métodos de avaliação que enfatizam a aplicação de conhecimentos triviais. – Métodos de avaliação que geram ansiedade (e.g., testes regulares, o uso excessivo de exames sem consulta). 	<p>Avaliação:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Métodos de ensino e de avaliação que promovam a longo prazo uma aprendizagem ativa. – Métodos de avaliação que estimulem os alunos a usar seu próprio juízo de valor.
<p>Ambiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Falta de independência no estudo. – Falta de interesse e experiência limitada pelo conhecimento do assunto. 	<p>Ambiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Oportunidades para gerir o seu ritmo de trabalho. – Interesse e conhecimento profundo do assunto.
<p>Experiências educativas anteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Experiências anteriores de contextos educativos que incentivam essas abordagens. 	<p>Experiências educativas anteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Experiências anteriores de contextos educativos que incentivam essas abordagens.

Como avaliar o tipo de abordagem à aprendizagem adotada por um sujeito? Biggs (1987b) propôs um instrumento para avaliar as abordagens adotadas pelos alunos – R – SPQ – 2F (*Revised Student Process Questionnaire 2 Factors*). Este instrumento mede apenas dois fatores, que são a abordagem superficial e profunda, contendo cada uma duas subescalas de estratégia e motivação, o que confirma a perspectiva inicialmente proposta por Marton e Säljö (1976a). Segundo esta estrutura de dois fatores, a abordagem estratégica ou de alto rendimento não surge como um terceiro fator, mas sim como uma resposta sofisticada de alguns alunos extrinsecamente motivados para adotarem tanto uma abordagem superficial como uma abordagem profunda. Existem várias versões deste instrumento cuja caracterização pode ser consultada em Duff e McKinstry (2007).

Estudos empíricos sobre as abordagens à aprendizagem

Na investigação da SAL destacamos os trabalhos de natureza qualitativa de Sharma (1997), Lucas (2000, 2001), Lord e Robertson (2006) e Jackling (2005) (citados por Duff & McKinstry, 2007) com alunos do ensino secundário e dos primeiros anos do ensino superior sobre as suas perceções acerca do conceito aprendizagem e dos aspetos mais relevantes deste processo, visando a caracterização do conceito de aprendizagem do ponto de vista dos alunos. Contudo, a maioria das investigações sobre a SAL são de natureza quantitativa e têm sido desenvolvidos essencialmente em três vertentes: (i) estudos transversais para analisar as diferenças entre grupos, (ii) avaliação das qualidades psicométricas dos instrumentos de medida dos diferentes tipos de abordagem à

aprendizagem, (iii) e determinação de fatores contextuais que possam afetar o tipo de abordagem à aprendizagem adotada pelos alunos. É sobre a última vertente de investigação que vamos fazer uma descrição dos resultados de investigação mais importantes, pois é nesta categoria que se insere o nosso estudo.

Biggs (1988) e Entwistle (1990) foram pioneiros no uso de diferentes instrumentos para avaliar as alterações sofridas pelos alunos ao nível das abordagens à aprendizagem, como consequência do contexto de aprendizagem (estabelecimento de ensino e a sua estrutura curricular). Este constructo tem-se mostrado muito frutífero em termos de investigação.

Até ao momento foram desenvolvidos muitos trabalhos de investigação neste domínio, nos quais os autores tentaram perceber como variavam, em simultâneo, as pontuações obtidas pelos sujeitos ao nível das variáveis “abordagem superficial” e “abordagem profunda”. Os resultados não são concordantes. Gow, Kember e Cooper (1994) verificaram que quando há um aumento da pontuação associada à abordagem superficial, há uma diminuição simultânea da pontuação associada à abordagem profunda. Jackling (2005) verificou que quando há um aumento da pontuação na abordagem profunda, as variáveis abordagem superficial e de alto rendimento ficam praticamente inalteradas. Uma análise posterior a estes dois estudos permitiu concluir que as diferenças entre os dois estudos foram influenciadas pelo contexto cultural no qual as investigações foram realizadas: o primeiro em Hong Kong e o segundo na Austrália. Contudo, quando se trata de investigações nas quais são concebidos ambientes de aprendizagem que estimulem uma abordagem mais profunda, os resultados da investigação revelam que há uma tendência para um aumento da pontuação da abordagem profunda em detrimento da superficial.

Concluimos que existe um denominador comum a todas as investigações: apesar de apresentarem resultados com diferenças estatisticamente significativas, há uma tendência para se registarem magnitudes de efeito (*effect size*) pequenas (Duff et al., 2007), o que dificulta a generalização dos resultados, ficando as conclusões confinadas aos contextos nas quais foram realizadas as investigações.

O problema da generalização dos efeitos de um contexto/ambiente de aprendizagem sobre as abordagens à aprendizagem foi estudado com mais pormenor por Lucas e Mayer em 2005, tendo estes autores concluído que o constructo “abordagens à aprendizagem”, sendo multidimensional, depende de outras variáveis, para além do contexto/ambiente de aprendizagem. Entre elas o nível de motivação dos alunos, as suas intenções académicas, as crenças epistemológicas e até o género (fatores considerados intrínsecos aos sujeitos).

A percepção que os sujeitos têm do currículo com o qual estão a trabalhar é outra variável que influencia o tipo de abordagem à aprendizagem. Snelgrove (2004) efetuou uma investigação com 300 estudantes de enfermagem na Austrália para avaliar o tipo de abordagem à aprendizagem adotada por estes. Os resultados mostraram que a maioria dos estudantes adota uma abordagem superficial em detrimento da abordagem profunda, havendo uma correlação moderada entre os desempenhos académicos e a abordagem profunda. O autor tentou perceber este posicionamento dos estudantes e concluiu que a opção pela abordagem superficial era condicionada pela percepção que os alunos tinham do curso (estrutura curricular do curso baseada na memorização e reprodução de conhecimentos com uma grande sobrecarga de testes de avaliação).

Os fatores intrínsecos e extrínsecos associados ao contexto/ambiente de aprendizagem podem afetar o tipo de abordagem adotada pelos alunos. Mosca, Makkink e Stein (2015) investigaram o tipo de abordagem adotada pelos alunos ($n=70$) de um curso de quatro anos de emergência médica na Universidade de Joanesburgo em função do ano e fizeram uma análise dos fatores intrínsecos e extrínsecos que poderiam influenciar os dois tipos de abordagem. Os resultados revelaram que a maior parte dos alunos nos quatro anos adotaram uma abordagem profunda e que este resultado é essencialmente afetado por fatores extrínsecos aos alunos, tais como as características do contexto de aprendizagem.

Em suma, no que diz respeito à relação entre o contexto/ambiente de aprendizagem e o tipo de abordagem à aprendizagem, os dados não permitem efetuar generalizações, dando apenas a possibilidade de concluir que o tipo de abordagem adotado pelos alunos pode ser influenciado por fatores intrínsecos ao aluno (que consistem em características pessoais e inatas de um sujeito face ao processo de aprendizagem), e por fatores extrínsecos, que correspondem ao contexto/ambiente de aprendizagem e que incluem a estrutura do programa educacional, a carga de trabalho a desenvolver, o método de ensino e a forma de avaliação da aprendizagem.

Salientamos que o carácter multidimensional do constructo nos impede de perceber de forma clara e objetiva a verdadeira magnitude de efeito do contexto/ambiente de aprendizagem na abordagem à aprendizagem adotada pelos alunos.

Objetivos

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da utilização de um ambiente de aprendizagem digital concebido com base no modelo 4C/ID, para o ensino dos circuitos elétricos no 9º ano, sobre as abordagens à aprendizagem dos alunos. Investigou-se ainda a interação da variável classificação dos alunos na disciplina de Físico-Química nos 7º e 8º anos (denominada por “classificação média Físico-Química”) sobre as abordagens à aprendizagem adotadas pelos dois grupos. Assim, como variável independente temos o tipo de abordagem instrutiva (4C/ID versus convencional), com variáveis dependentes os tipos de abordagens à aprendizagem adotado pelos alunos (superficial e profunda) e como covariável a classificação média obtida na disciplina de Físico-Química nos 7º e 8º anos.

Método

Participantes

A investigação foi realizada numa escola do ensino particular da região de Lisboa, numa amostra de 125 alunos do 9º ano do 3º ciclo do ensino básico (idade: $M=14,3$ anos; $SD=0,54$), distribuídos por cinco turmas. Apesar de cada turma constituir um grupo natural (sem seleção aleatória), o processo de seleção das turmas para os grupos experimental ($n_E=76$) e de controlo ($n_C=49$) foi aleatório, correspondendo ao procedimento mais usual em investigação educacional.

Instrumentos de recolha de dados

Para a avaliação das abordagens à aprendizagem usámos o Inventário de Processos de Estudo (IPE) validado para a população portuguesa por Rosário, Ferreira e Cunha (Gonçalves, Simões, Almeida, & Machado, 2006) para os alunos dos 2º e 3º ciclos do ensino básico.

O IPE é constituído por 12 itens representativos de duas dimensões: superficial e profunda. Os itens do questionário são apresentados em formato *Likert* numa escala de 5 pontos (1 – nunca ... 5 – sempre). A análise fatorial dos resultados realizada por Rosário, Ferreira e Cunha (Gonçalves et al., 2006) revela a existência de dois fatores referentes às duas abordagens à aprendizagem que, por sua vez, integra duas subescalas. A primeira dimensão está relacionada com a abordagem profunda, incluindo as subescalas de motivação profunda (itens 2, 6 e 10) e de estratégia profunda (itens 4, 8 e 12); a segunda dimensão relaciona-se com a abordagem superficial, que engloba as subescalas de motivação superficial (itens 1, 5 e 9) e de estratégia superficial (itens 3, 7 e 11).

Optamos pela utilização do IPE por ser um instrumento adaptado para a língua portuguesa e por ter sido validado numa amostra semelhante à usada neste estudo (Gonçalves et al., 2006). Os autores no estudo original trabalharam com uma amostra 858 alunos de oito escolas públicas do 2º e do 3º ciclo do ensino básico, no norte do país. A análise estatística ao IPE revelou um índice de Kaiser-Meyer-Olkin (*KMO*) de 0.83 com teste de esfericidade de Bartlett com valores adequados [$\chi^2(66)=2106.08$; $p<0.001$]. Os resultados da análise fatorial exploratória revelaram a existência de duas dimensões com duas subescalas, cada uma com valores de consistência interna de 0.47 e 0.49 para a motivação superficial e para a estratégia superficial, respetivamente e de 0.68 e 0.69 para as subescalas de motivação profunda e estratégia profunda. Apesar da consistência interna apresentar valores moderadamente baixos, em particular para a dimensão abordagem superficial, os autores referem que os valores de consistência interna “se aproximam aos obtidos noutros estudos realizados em diferentes países, através da aplicação de questionários similares, nomeadamente o SPQ e o LPQ de Biggs” (Biggs, 1987a; Gonçalves et al., 2006, p. 144; Lozano, Uzquiano, Fernández, & Blanco, 2001). Paiva (2008) validou o IPE para uma amostra de 360 alunos do 10º ano, tendo obtido um *KMO* de 0.73 com teste de esfericidade adequado [$\chi^2(66)=4057.486$; $p<0.001$] e com consistências internas de 0.75 (estratégia superficial), 0.62 (estratégia profunda), 0.72 (motivação profunda) e 0.47 (motivação superficial), verificando-se também menor valor de consistência interna ao nível da dimensão superficial.

Assim, o IPE denota consistência interna adequada na dimensão profunda, verificando-se valores mais baixos na dimensão superficial, o que de acordo com seus autores está relacionado com a natureza deste questionário, uma vez que se avaliam perceções e não realizações, portanto todos os dados emergentes devem ser confrontados com dados de natureza qualitativa, tal como fazemos nesta investigação.

Para os dados de natureza qualitativa desenvolvemos uma ficha de observação na qual foram registadas as observações das aulas em três instantes (no início, durante a aula e no final da aula), cujos aspetos observados se encontram no Quadro 3 e um guião de entrevista semi-diretiva às professoras de ambos os grupos com o intuito de: (1) recolher as suas opiniões sobre aspetos relacionados com a utilização e funcionalidade do recurso educativo digital; (2) obter as suas perceções acerca das dificuldades sentidas pelos alunos na realização das tarefas de aprendizagem; e (3) de recolher sugestões de alterações.

Quadro 3

Observações das aulas dos grupos experimental e de controlo

Grupo experimental		Grupo de controlo	
Instante de observação	Descrição	Instante de observação	Descrição
Início	<ul style="list-style-type: none"> – Entrada na sala de aula; – Comentários; – Questões colocadas; – Reação às regras de utilização do recurso educativo digital (RED). 	Início	<ul style="list-style-type: none"> – Entrada na sala de aula; – Comentários; – Questões colocadas; – Descrição da estratégia usada pelo professor.
Durante a aula	<ul style="list-style-type: none"> – Atitude dos alunos perante o computador; – Envolvimento e empenho na realização das tarefas de aprendizagem; – Dificuldades sentidas durante a utilização do RED; – Frequência com que solicitam o professor. 	Durante a aula	<ul style="list-style-type: none"> – Lista de recurso usada pelo professor; – Reações dos alunos; – Frequência de participação dos alunos; – Envolvimento e empenho na realização das tarefas de aprendizagem.
Final da aula	<ul style="list-style-type: none"> – Comentários e sugestões. 	Fim da aula	<ul style="list-style-type: none"> – Comentários e sugestões.

Procedimento

Constituímos dois grupos. Um grupo experimental ($n_E=76$) com três turmas, no qual o tema “Circuitos Elétricos” foi ensinado através de um ambiente de aprendizagem digital concebido com base no modelo 4C/ID. Este ambiente era constituído por três classes de tarefas de aprendizagem com objetivos distintos: Classe 1 – exploração dos conceitos de corrente elétrica e de tensão com o intuito de promover o primeiro contacto com o ambiente de aprendizagem; Classe 2 – aprender a esquematizar um circuito elétrico simples; e Classe 3 – aprender as características de uma associação em série e em paralelo. Um grupo de controlo ($n_C=49$), constituído por duas turmas, no qual o mesmo tema foi ensinado com base num método convencional (mais centrado no professor com recurso ao caderno diário, manual do aluno e calculadora simples). Estiveram envolvidos três professores: um professor (investigador) com uma turma do grupo experimental e duas professoras, cada uma com uma turma do grupo experimental e uma do grupo de controlo. Os dois grupos realizaram atividades de aprendizagem similares.

O IPE foi aplicado a ambos os grupos em dois momentos: pré-teste na aula antes do ensino do tema e no pós-teste na última aula de ensino do tema.

As aulas dos dois grupos foram observadas por um dos autores deste artigo tendo sido elaboradas notas de campo sobre a forma como os alunos trabalhavam. Para a caracterização das estratégias de trabalho usadas pelos alunos e pelas professoras nos dois grupos entrevistaram-se as duas professoras.

A experiência foi conduzida do seguinte modo: as turmas dos dois grupos iniciaram o estudo dos circuitos elétricos no mesmo dia usando métodos instrutivos diferentes. As turmas do grupo experimental usaram uma sala de informática com um computador por aluno e com sistema de áudio individual para a realização das tarefas de aprendizagem propostas no recurso educativo digital. As turmas do grupo de controlo tiveram as aulas na sua sala de aula e usaram os recursos disponibilizados pelas professoras (apresentações em *PowerPoint*, simulações exploradas pelas professoras, manual, caderno, lápis e calculadora). A experiência foi realizada em duas aulas de 90 minutos, ao longo de duas semanas.

Validação do IPE na amostra em estudo

O IPE foi validado com a amostra em estudo através de uma análise fatorial exploratória cuja análise estatística revelou valores do índice KMO igual a 0.77 e teste de esfericidade de Bartlett adequado [$\chi^2(66)=291.86$; $p=0.000$]. Os resultados revelaram existência das duas dimensões e subescalas do estudo original. A dimensão profunda evidenciou dois fatores (motivação e estratégia) que não levantaram problemas em relação ao estudo original. Todavia, na dimensão superficial os itens do IPE não se reconfiguraram com a mesma estrutura do estudo original. Na análise fatorial efetuada os itens organizaram-se em quatro fatores: o fator 1 que corresponde à subescala estratégia profunda que integrou os três itens do estudo original (4, 8 e 12); o fator 2 reproduz na íntegra o estudo original referente à subescala motivação profunda (itens 2, 6 e 10); a dimensão superficial levantou alguns problemas, organizando-se em duas subescalas com uma configuração diferente do estudo original, ou seja, o fator 3 com os itens 1, 3 e 7 e o fator 4 apenas com os itens 9 e 11.

Após várias modulações da análise fatorial concluímos que, para a amostra usada, os itens do IPE se organizaram em duas subescalas na dimensão profunda, tal como previsto no estudo original e para a dimensão superficial organizaram-se também em duas subescalas com configuração diferente do estudo original. Da análise fatorial exploratória surgiu a necessidade de eliminar o item 5. Assim, os valores de consistência interna (Alpha de Cronbach) para a nossa amostra foram 0.57, 0.69, 0.63 e 0.45, para os fatores 1, 2, 3 e 4, respetivamente. As implicações destes valores são discutidas na secção “Discussão dos resultados”.

Os valores médios para as dimensões “abordagem superficial” e “abordagem profunda” e respectivas subescalas foram obtidos somando as pontuações das respostas aos itens do IPE para cada aluno dos dois grupos. Este procedimento permitiu distribuir os sujeitos dos dois grupos pelo tipo de abordagem à aprendizagem e respectivas subescalas no pré-teste e no pós-teste.

Para a comparação dos dois grupos ao nível das variáveis “abordagem superficial” e “abordagem profunda” nos pré e pós-teste usámos o teste *t*-Student para duas amostras independentes e para a análise da evolução de cada um dos grupos do pré-teste para o pós-teste empregámos o teste *t*-Student para amostras emparelhadas. Estes resultados são acompanhados pelos respetivos valores das magnitudes de efeito. Os testes estatísticos foram realizados com o SPSS 20 e com *MS Excel* 2015 para MacOS.

Para o estudo do efeito da variável “classificação média de Físico-Química” sobre as abordagens à aprendizagem, em cada grupo, optámos pela realização de uma ANCOVA, na qual se considera como variável independente a “abordagem instrutiva” (4C/ID *versus* abordagem convencional), com variáveis dependentes a “abordagem superficial” e a “abordagem profunda” e como covariável a “classificação média de Físico-Química” nos 7º e 8º anos”.

A análise dos dados de natureza qualitativa procurou responder às seguintes questões: “Que efeito tem um ambiente de aprendizagem digital concebido com o modelo 4C/ID na forma como os alunos se relacionam com as tarefas de aprendizagem?” e “Quais são as diferenças entre as duas abordagens instrutivas?”.

Os dados foram sujeitos a uma análise de conteúdo com um procedimento exploratório, que corresponde ao mais usado em investigação educacional, do qual emergiram categorias que nos permitiram caracterizar o efeito do ambiente de aprendizagem digital sobre a forma como os alunos se relacionaram com as tarefas de aprendizagem: (A) ritmo de trabalho dos alunos (relacionado com a gestão do ritmo de trabalho na resolução das tarefas de aprendizagem), (B) nível de concentração durante a audição e análise das informações de apoio e na realização das tarefas, (C) nível de aprofundamento na realização das tarefas de aprendizagem, relacionado com a retenção de informação e com a leitura das mensagens do sistema de *feedback*, e (D) método/estratégia de ensino centrado totalmente no aluno. Este procedimento permitiu categorizar as várias unidades de registo dos dados originais e determinar as respetivas frequências relativas.

Resultados

Iniciamos a apresentação dos resultados pela distribuição dos sujeitos dos dois grupos pelo tipo de abordagem à aprendizagem que estes adotaram no pré-teste e no pós-teste, cujos valores foram obtidos pela soma das pontuações nos itens de cada um dos fatores e respectivas subescalas. Seguem-se as comparações dos grupos no pré-teste e no pós-teste ao nível das variáveis “abordagem superficial” e “abordagem profunda”. Estudámos também a evolução dos dois grupos do pré-teste para o pós-teste ao nível das variáveis “abordagem superficial” e “abordagem profunda”. Por último, referimos o efeito da covariável “classificação média da Físico-Química” sobre o tipo de abordagem à aprendizagem adotado pelos alunos de ambos os grupos.

Distribuição dos grupos em função da abordagem à aprendizagem

Os Quadros 4 e 5 apresentam a distribuição dos sujeitos dos grupos pelo tipo de abordagem à aprendizagem e pelas respetivas subescalas. As medidas foram efetuadas no pré e no pós-teste.

Quadro 4

Distribuição dos sujeitos por abordagem à aprendizagem no pré e pós-teste

Grupo		Abordagem profunda (%)	Abordagem superficial (%)	Sem opção (%)
Experimental (n=76)	Pré-teste	23 (30)	52 (68)	1 (1)
	Pós-teste	45 (59)	27 (36)	4 (5)
Controlo (n=49)	Pré-teste	10 (20)	35 (71)	4 (8)
	Pós-teste	11 (22)	35 (71)	3 (6)

Quadro 5

Distribuição dos sujeitos por subescala de abordagem à aprendizagem

Grupo		MP (%)	EP (%)	MS (%)	ES (%)	Sem opção (%)
Experimental (n=76)	Pré-teste	17 (22)	20 (26)	50 (66)	51 (67)	9 (12)
	Pós-teste	47 (62)	46 (61)	21 (28)	26 (34)	8 (11)
Controlo (n=49)	Pré-teste	11 (22)	9 (18)	34 (69)	36 (73)	4 (8)
	Pós-teste	11 (22)	10 (20)	34 (69)	35 (71)	4 (8)

Comparação dos grupos no pré e no pós-teste

A significância da diferença entre a pontuação obtida pelos sujeitos dos dois grupos no pré-teste e no pós-teste foi avaliada com o teste *t*-Student para amostras independentes. Os pressupostos deste método estatístico, nomeadamente as normalidades das distribuições e a homogeneidade de variâncias nos dois grupos foram avaliadas, respetivamente com o teste de Kolmogorov-Smirnov [“abordagem superficial” no grupo experimental: $KS(76)_{pré}=0.097$; $p=0.076$; $KS(76)_{pós}=0.075$; $p=0.200$; “abordagem superficial” no grupo de controlo: $KS(49)_{pré}=0.097$; $p=0.200$; $KS(49)_{pós}=0.123$; $p=0.059$; “abordagem profunda” no grupo experimental: $KS(76)_{pré}=0.092$; $p=0.178$; $KS(76)_{pós}=0.102$; $p=0.047$; “abordagem profunda” no grupo de controlo: $KS(49)_{pré}=0.093$; $p=0.200$; $KS(49)_{pós}=0.085$; $p=0.200$] e com o teste de Levene baseado na mediana [$F(1,123)=0.007$; $p=0.936$ e $F(1,123)=0.150$; $p=0.699$ para a “abordagem superficial” nos pré e no pós-teste; $F(1,123)=1.852$; $p=0.176$ e $F(1,123)=2.740$; $p=0.100$ para a “abordagem profunda” nos pré e no pós-teste]. Verifica-se que há homogeneidade de variâncias em todas as situações ($p>0.05$). Apesar das variáveis “abordagem superficial” e “abordagem profunda” não apresentarem um teste KS significativo, pode-se analisar o ajustamento à distribuição normal através da assimetria (Skewness) e da curtose (Kurtose) pois, segundo Coelho, Cunha e Martins (2008), se os valores dos quocientes assimetria/erro padrão da assimetria e curtose/erro padrão da curtose estiverem contidos no intervalo [-2; +2], o pressuposto da normalidade é considerado satisfatório. Neste caso estes quocientes estão todos contidos no intervalo considerado, pelo que podemos inferir que existe um ajustamento satisfatório à distribuição normal (os valores do quociente para a assimetria estão contidos no intervalo [-1,36; +0,59] e os valores do quociente para a curtose estão contidos no intervalo [-1,39; +1,03]). O nível de significância usado foi de 5%, sendo apresentadas as respetivas medidas de magnitudes de efeito (*d*-Cohen). Os valores médios (média ± erro-padrão da média) das pontuações para as variáveis abordagem superficial e abordagem profunda são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6

Valores médios da pontuação obtida para a abordagem superficial e profunda nos pré e pós-teste

Variável	Grupo	M ± SEM
Abordagem superficial no pré-teste	Experimental	21.12 ± 0.46
	Controlo	22.08 ± 0.56
Abordagem superficial no pós-teste	Experimental	18.79 ± 0.49
	Controlo	22.43 ± 0.61
Abordagem profunda no pré-teste	Experimental	17.51 ± 0.43
	Controlo	15.67 ± 0.61
Abordagem profunda no pós-teste	Experimental	21.08 ± 0.41
	Controlo	15.96 ± 0.61

Análise do uso da abordagem superficial à aprendizagem

Comparámos as pontuações médias obtidas pelos sujeitos dos grupos experimental e de controlo na variável “abordagem superficial”. Os resultados revelaram que no pré-teste os dois grupos apresentaram pontuações médias estatisticamente idênticas para esta variável [$t(123)=-1.326$; $p=0.187$; $d=-0.062$]. No que respeita ao pós-teste, os resultados indicam que as pontuações médias são significativamente diferentes [$t(123)=-4.648$; $p=0.000$; $d=-0.199$], a favor do grupo de controlo, ou seja, os sujeitos do grupo experimental obtiveram menores pontuações face aos do grupo de controlo.

Análise do uso da abordagem profunda à aprendizagem

Os resultados obtidos para esta análise revelaram que, em relação à variável “abordagem profunda”, há diferenças significativas entre os valores médios das pontuações obtidas pelos sujeitos nos dois momentos de medição [pré-teste: $t(123)=2.546$; $p=0.012$; $d=+0.061$ e no pós-teste: $t(123)=7.238$; $p=0.000$; $d=+0.323$], a favor do grupo experimental.

Evolução dos grupos do pré-teste para o pós-teste

A análise da evolução dos dois grupos do pré-teste para o pós-teste nas variáveis “abordagem superficial” e “abordagem profunda” foi feita com o teste *t*-Student para amostras emparelhadas. O pressuposto da normalidade foi validado com o teste de Kolmogorov-Smirnov para os dois instantes (cf. secção anterior). Assim, para o grupo experimental nas variáveis “abordagem superficial” e “abordagem profunda” os resultados revelaram que os valores médios das pontuações para cada uma das variáveis no pós-teste é estatisticamente superior ao valor médio das pontuações no pré-teste [variável “abordagem superficial”: $t(75)=5.139$; $p=0.000$; $d=-0.136$ e na variável “abordagem profunda”: $t(75)=-8.337$; $p=0.000$; $d=+0.269$]. Quanto ao grupo de controlo, os resultados mostram que, em média e para as duas variáveis, as pontuações obtidas no pós-teste são menores ou iguais do que as pontuações obtidas no pré-teste [variável “abordagem superficial”: $t(48)=-0.901$; $p=0.372$; $d=+0.021$ e na variável “abordagem profunda”: $t(48)=-0.743$; $p=0.461$; $d=+0.016$]. Isto significa que os alunos do grupo experimental do pré-teste para o pós-teste adotaram uma abordagem mais profunda em detrimento da abordagem superficial, enquanto que os alunos do grupo controlo adotaram o mesmo tipo de abordagem nos dois momentos.

Efeito da variável “classificação média de físico-química”

Com o objetivo de estudar o efeito da variável “classificação média de Físico-Química” sobre as variáveis “abordagem superficial” e “abordagem profunda”, para os dois grupos (abordagem

instrutiva 4C/ID *versus* abordagem convencional), efetuámos em primeiro lugar uma comparação entre os dois grupos ao nível da variável “classificação média de Físico-Química” com o teste *t*-Student para amostras independentes e, em segundo lugar, uma análise de covariância (ANCOVA) usando como covariável a “classificação média de Físico-Química”.

Os resultados da comparação dos dois grupos ao nível da variável “classificação média de Físico-Química” revelaram não haver diferenças significativas entre os grupos [$t(125)=-0.839$; $p=0.403$].

No Quadro 7 encontram-se os valores da estatística associada à interação entre as variáveis “abordagem instrutiva” e “classificação média de Físico-Química” (abordagem instrutiva*classificação média de Físico-Química) para a validação do pressuposto da homogeneidade de declives (Marôco, 2014).

Quadro 7

Análise da interação “abordagem instrutiva” e a “classificação média Físico-Química”

Variável dependente	<i>F</i>	<i>p</i>
Abordagem superficial no pré-teste	0.087	0.768
Abordagem profunda no pré-teste	0.480	0.490
Abordagem superficial no pós-teste	0.021	0.885
Abordagem profunda no pós-teste	0.156	0.694

Observando o Quadro 7 verifica-se que, para o nível de significância utilizado, não há evidência de uma interação estatisticamente significativa entre a variável “abordagem instrutiva” e a covariável (variável “classificação média de Físico-Química”). Portanto, podemos afirmar que os declives da regressão da pontuação obtida pelos alunos nos diferentes tipos de abordagem à aprendizagem para a classificação média de Físico-Química dos 7º e 8º anos, não diferem significativamente entre si para as duas abordagens instrutivas. Logo, o pressuposto da homogeneidade dos declives é válido. Os restantes pressupostos de aplicação da ANCOVA também foram validados para as variáveis dependentes ao nível dos dois fatores, i.e., os pressupostos da normalidade e de homocedasticidade (cf. secção “Comparação dos Grupos no Pré e no Pós-teste”) e de homogeneidade de declives (cf. Quadro 7). A normalidade da covariável para os dois grupos ($KS_{\text{experimental}}=0.204$; $p=0.000$ e $KS_{\text{controlo}}=0.251$; $p=0.000$) e homogeneidade ao nível dos dois fatores foi avaliada com o teste de Levene [$F(1,123)=0.351$; $p=0.555$]. Desta forma, reúnem-se todas as condições para a realização da ANCOVA, cujos resultados se encontram no Quadro 8.

Quadro 8

Resultados da ANCOVA

Variável dependente	Covariável/fator	<i>F</i>	<i>p</i>	h_p^2	<i>p</i>
Abordagem superficial no pré-teste	Classificação FQ	1.379	0.243	0.011	0.214
	Abordagem instrutiva	1.537	0.217	0.012	0.233
Abordagem profunda no pré-teste	Classificação FQ	0.934	0.336	0.008	0.160
	Abordagem instrutiva	6.101	0.015	0.048	0.688
Abordagem superficial no pós-teste	Classificação FQ	0.122	0.727	0.001	0.064
	Abordagem instrutiva	21.102	0.000	0.147	0.995
Abordagem profunda no pós-teste	Classificação FQ	0.748	0.389	0.006	0.138
	Abordagem instrutiva	51.114	0.000	0.295	1.00

Analisado os resultados do Quadro 8 verifica-se que no pré-teste a variável “abordagem superficial” não é afetada pelo fator “abordagem instrutiva” e pela covariável “classificação média de Físico-Química” ($p > 0.05$). Estas interações revelaram ainda baixa magnitude de efeito ($\eta_p^2 \leq 0.05$, cf. Marôco, 2014) e baixa potência ($\pi < 0.80$). Quanto à variável “abordagem profunda” (no pré-teste), os resultados mostram que não há interação significativa com a covariável “classificação média de Físico-Química”, sendo baixas as magnitudes de efeito e a potência de teste ($p > 0.05$; $\eta_p^2 \leq 0.05$; $\pi < 0.80$); no entanto, em relação ao fator “abordagem instrutiva” os resultados exprimem uma interação significativa entre as variáveis ($p < 0.05$), com magnitude de efeito baixa ($0.25 < \eta_p^2 \leq 0.50$) e com uma potência de teste baixa ($\pi < 0.80$), o que nos leva a inferir que sendo para a magnitude de efeito e a potência do teste baixas, a interação entre as variáveis “abordagem profunda” no pré-teste e “abordagem instrutiva” pode não ser significativa.

No que respeita ao pós-teste os resultados revelaram que a interação entre a covariável e as variáveis “abordagem superficial” e “abordagem profunda” não são significativas ($p > 0.05$), sendo colocadas na classe de magnitudes de efeito reduzidas ($\eta_p^2 \leq 0.05$) e com potência observada muito reduzida ($\pi < 0.80$). Contudo, relativamente à interação entre a variável independente “abordagem instrutiva” e as variáveis dependentes “abordagem superficial” e “abordagem profunda”, os resultados mostram que esta interação é significativa ($p < 0.05$), sendo inserida na classe de magnitudes de efeito elevadas ($0.25 < \eta_p^2 \leq 0.50$), com potências observadas elevadas ($\pi \geq 0.80$) corroborando desta forma a significância desta interação (cf. secção “Evolução dos grupos do pré-teste para o pós-teste”).

Descrição do processo – Dados de natureza qualitativa

Analisámos o conteúdo das entrevistas realizadas às professoras (A e B) e as notas de campo recolhidas nas aulas dos dois grupos. Depois de reunido o corpus documental, fizemos uma análise de conteúdo exploratória aos dados de natureza qualitativa procurando encontrar aspetos que pudessem caracterizar o efeito do ambiente de aprendizagem digital usado pelos alunos do grupo experimental sobre a forma como estes se relacionam com as tarefas de aprendizagem. As unidades de registo do corpus documental foram incluídas em quatro categorias, o que permitiu determinar as frequências relativas para cada categoria. Os resultados obtidos foram os seguintes: categoria A (ritmo de trabalho dos alunos): 19,4%; categoria B (nível de concentração dos alunos na realização das tarefas): 22,6%; categoria C (nível de aprofundamento na realização das tarefas): 48,6% e categoria D (estratégia de ensino): 9,7%.

Nas turmas do grupo de controlo as professoras usaram o método convencional ou habitual no ensino dos circuitos elétricos, onde se privilegia uma estratégia centrada no professor: no início havia um momento de exposição dos temas com recurso a apresentações em MS PowerPoint e programas de simulação manipulados pelas professoras, seguido de um momento no qual os alunos tinham algum tempo para resolver um conjunto de tarefas do caderno de atividades e do manual. Nesta abordagem foi referido que “durante a realização das tarefas e até das minhas exposições de matéria havia mais dispersão dos alunos” (Professora A), o que leva a que “os alunos tenham tido um ritmo mais lento na realização das tarefas” (Professora A). Globalmente, as duas professoras referiram que o facto de no grupo de controlo ter sido usada uma estratégia centrada no professor levou a que nem todos os alunos conseguissem acompanhar da mesma forma os temas, “por terem ritmos de trabalho e de aprendizagem diferentes” (Professora A), pois “numa estratégia mais expositiva e centrada no professor, todos os alunos são obrigados a seguir o ritmo de aula imposto pelo professor e nem todos os alunos têm facilidade em acompanhar esse ritmo” (Professora B). Foi ainda referido pelas duas professoras que os alunos do grupo de controlo, desde a primeira aula, manifestaram “alguma preocupação com o teste de avaliação” (Professora B) de conhecimentos que teriam de realizar no final do ensino dos circuitos elétricos.

Em suma, as professoras realçaram que a abordagem usada com o ambiente de aprendizagem digital tem alguns ingredientes, dos quais se salientam o ensino centrado na aprendizagem e o ritmo de cada aluno, que levou a que os alunos realizassem as tarefas de aprendizagem de um modo mais profundo e com maior nível de concentração quando comparados com os alunos do grupo de controlo. Os níveis de concentração e a gestão do ritmo de trabalho foram apontados pelas professoras com as principais diferenças entre os grupos.

Discussão dos resultados

Relativamente à distribuição das pontuações obtidas pelos alunos dos dois grupos nas variáveis abordagem profunda e superficial, observou-se um aumento da pontuação na “abordagem profunda” do pré para o pós-teste no grupo experimental, acompanhado por uma diminuição da pontuação da “abordagem superficial”. Esta tendência também foi observada nas respetivas subescalas de motivação e estratégia. Quanto ao grupo de controlo não se verificaram grandes alterações nestas variáveis. A comparação dos dois grupos no pré-teste e no pós-teste revelou equivalência dos grupos na variável “abordagem superficial”; ao nível da variável “abordagem profunda” verificou-se que os dois grupos não são equivalentes, todavia atendendo às diferenças das magnitudes de efeito ($d=+0.061$ para o pré-teste e $d=+0.323$ para o pós-teste) nos dois momentos, podemos considerar os dois grupos equivalentes em termos da variável “abordagem profunda” no pré-teste.

Quanto à evolução dos grupos, os resultados mostram que as pontuações médias das variáveis abordagem profunda e superficial foram significativamente diferentes do pré-teste para o pós-teste no grupo experimental, não havendo diferenças significativas nas mesmas variáveis para o grupo de controlo.

Também não houve interação significativa da covariável “classificação da disciplina de Físico-Química” nos 7º e 8º anos com as variáveis “abordagem profunda” e “superficial” nos dois grupos.

Estes resultados sugerem que a utilização de um ambiente de aprendizagem digital concebido com o modelo 4C/ID contribuiu para diminuir significativamente a pontuação da abordagem superficial dos alunos e que estes, quando confrontados com determinadas tarefas, adotaram com maior frequência uma abordagem profunda, o que está relacionado com o facto de as abordagens à aprendizagem tenderem a estar associadas às diferentes perceções que os alunos têm do ambiente de aprendizagem (Kirby, Knapper, Maki, Egnatoff, & Melle, 2002). Nesta investigação os alunos do grupo experimental nunca tinham vivenciado uma situação de aprendizagem semelhante a esta, com um ambiente de aprendizagem que, por um lado, é rico em conteúdos da física (em particular sobre circuitos elétricos) e por outro lado, que permite uma forte interação entre os alunos e as tarefas de aprendizagem, tornando a aprendizagem um processo mais estimulante. Este contexto/ambiente de aprendizagem pode ter incutido nos alunos uma maior motivação para o estudo da disciplina de Físico-Química. As pontuações obtidas com o IPE indicam que os alunos do grupo experimental tenderam a adotar uma abordagem mais profunda (no pós-teste), o que pode ter sido influenciado pelas suas perceções sobre o ambiente de aprendizagem; este fato é corroborado pela evolução das pontuações referentes às subescalas de motivação e estratégia. Podemos concluir que esta forma de trabalho pode ter contribuído para produzir nos alunos uma intenção de compreender mais profundamente a matéria relacionada com os circuitos elétricos.

Outro aspeto importante nestes resultados é o fato de os alunos do grupo experimental terem diminuído a sua pontuação na variável “abordagem superficial”, mostrando que, neste caso, esta variável foi sensível ao contexto de aprendizagem. Estes resultados podem ser explicados pela obrigatoriedade de os alunos terem de realizar todas as tarefas de aprendizagem de forma individual

e pelo nível de concentração que estes demonstraram durante a realização das tarefas. Outra variável que poderá ter influenciado a alteração na abordagem superficial foi a gestão autónoma do ritmo de trabalho e de aprendizagem, pois os alunos tinham a possibilidade de ler e ouvir com atenção todas as informações fornecidas ao longo da realização das tarefas de aprendizagem, a que estava associado um sistema de *feedback* eficiente.

Segundo Biggs (1987a) e Zeegers (2001), as razões que levam os alunos a seguirem um determinado tipo de abordagem à aprendizagem são diversas, mas existem alguns dados de investigação que mostram que os alunos adaptam as suas estratégias em função das perceções que desenvolvem sobre o contexto de aprendizagem. No nosso caso a interação positiva entre o tipo de abordagem à aprendizagem e o ambiente de aprendizagem torna-se mais evidente quando comparamos os resultados dos dois grupos. Convém recordar que no grupo de controlo a estratégia seguida pelas professoras foi mais tradicional, ou seja, estes alunos acabaram por adotar o tipo de abordagem que já tinham, provavelmente influenciada pelo método de ensino ao qual estavam habituados.

Apesar dos resultados referentes às diferenças e evolução das pontuações dos grupos serem estatisticamente significativos, a ordem de grandeza das magnitudes de efeito dificulta a generalização destes resultados. Portanto, a única conclusão que podemos tirar é que o ambiente com a abordagem instrutiva 4C/ID influenciou positivamente o tipo de abordagem à aprendizagem dos alunos da nossa amostra.

Importa ainda fazer uma referência ao estudo do efeito deste ambiente de aprendizagem sobre os desempenhos (reprodução e transferência) dos alunos realizado por Melo e Miranda (2015). Estes autores concluíram que o grupo experimental apresentou eficiência (variável que resulta da combinação dos dados de desempenhos com o esforço mental despendido pelos alunos) significativamente melhor ao nível da transferência da aprendizagem, explicando que os alunos tiveram necessidade de analisar os problemas sobre circuitos elétricos de uma forma mais profunda e mais significativa, o que corrobora a mudança de abordagem à aprendizagem adotadas pelos alunos.

No que respeita ao instrumento de recolha de dados usado, o IPE, apesar deste surgir em Gonçalves, et al. (2006) como validado para a população portuguesa do 3º ciclo do ensino básico, evidenciou uma configuração diferente da do estudo original. Na dimensão profunda os resultados desta investigação seguem a configuração prevista no estudo original, no que respeita à dimensão superficial os resultados apontam para uma organização diferente do estudo original. Como um instrumento deve ser sempre validado para a amostra a que se aplica, podemos avançar com alguns argumentos para explicar esta configuração diferente dos itens entre o estudo original e o nosso estudo na dimensão ‘abordagem superficial’. O nosso estudo desenvolveu-se numa escola particular na região de Lisboa, colocada nos níveis superiores dos rankings das escolas e maioritariamente frequentada por alunos da classe média e média-alta. Além disso, os alunos têm, na sua maioria, hábitos de estudo e de disciplina ‘intelectual’, o que nem sempre acontece em outras escolas, frequentadas por todos os grupos sociais e com uma maior variedade de hábitos de estudo e trabalho ‘intelectual’. Pensamos que no grupo de alunos com que trabalhamos a abordagem superficial é menos usada o que pode explicar os problemas de validade ao nível da dimensão superficial. Contudo, este instrumento – IPE deve continuar a ser validado para outras amostras.

Conclusões e implicações do estudo

Podemos concluir que, em geral, o ambiente de aprendizagem digital concebido com o modelo 4C/ID gerou magnitudes de efeito globalmente baixas, acompanhadas por diferenças significativas ao nível das pontuações referentes à variável abordagem profunda. Este facto confina estes resultados a esta experiência em particular.

A abordagem instrutiva com o modelo 4C/ID gerou um ambiente de aprendizagem mais estimulante e centrado no aluno, encorajando a capacidade de gestão do seu ritmo de trabalho e de aprendizagem. Outro aspeto importante desta abordagem instrutiva é o sistema de *feedback* à aprendizagem, que permite que o aluno estabeleça relações entre o tema que está a aprender e os seus conhecimentos prévios, estimulando a transferência de aprendizagem a novas situações. Assim, podemos concluir que este trabalho dá mais um contributo para se perceber que o contexto de aprendizagem influencia o tipo de abordagem à aprendizagem adotada pelos alunos.

Resta saber se este efeito terá consequências sobre as abordagens à aprendizagem a médio prazo. Neste sentido seria interessante e relevante fazer uma replicação deste estudo com *follow-up* ao grupo experimental e uma caracterização das estratégias de ensino usadas nos anos anteriores nos dois grupos, para que se possa atribuir com maior confiança as diferenças à alteração no tipo de ambiente de aprendizagem usado.

Esta investigação levanta ainda outras questões para futuras investigações relacionadas com as dimensões do constructo abordagens à aprendizagem, tais como: de que forma o nível de concentração dos alunos, a sua motivação para a aprendizagem e a gestão autónoma do ritmo de aprendizagem podem alterar o tipo de abordagem à aprendizagem adotado pelos alunos? Desta forma, sugere-se a utilização ou construção de instrumentos que possam avaliar estas variáveis, tal como foi sugerido por Lucas e Mayer em 2005.

No que respeita ao instrumento de avaliação, importa ainda referir que: (1) a versão IPE usado neste estudo, que foi originalmente validada para uma amostra da população portuguesa do 3º ciclo do ensino básico e do ensino secundário, e foi posteriormente utilizada por outros autores, tem revelado alguns problemas ao nível da validade do constructo. Assim, sugere-se que a sua validação seja efetuada em novas amostras de alunos do 3º ciclo do ensino básico e secundário, que sejam significativas e representativas tanto dos diferentes estratos socioeconómicos como do tipo de estabelecimento de ensino; (2) em vários estudos a dimensão superficial levanta alguns problemas de consistência interna, pelo que se sugere um maior cuidado na construção dos itens que constituem esta dimensão, nomeadamente a utilização de metodologias mistas, que permitam obter dados para interpretar os resultados de investigação, à luz das teorias subjacentes ao constructo “abordagens à aprendizagem”.

Referências

- Biggs, J. B. (1987a). *Student approaches to learning and studying*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Biggs, J. B. (1987b). *The Study Process Questionnaire (SPQ): Manual*. Hawthorn, Vic: Australian Council for Education Research.
- Biggs, J. B. (1988). Approaches to learning and to essay writing. In R. R. Schmeck (Ed.), *Learning strategies and learning styles* (pp. 185-228). New York: Plenum.
- Biggs, J. B. (2003). *Teaching for quality learning at university*. Maidenhead: Open University Press.
- Coelho, J. P., Cunha, L. M., & Martins, I. L. (2008). *Inferência estatística com utilização do SPSS e G*power*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Duff, A., & McKinstry, S. (2007). Students' approaches to learning. *Issues in Accounting Education*, 22, 183-214. doi: 10.2308/iace.2007.22.2.183
- Entwistle, N. (1990). Approaches to learning and perceptions of the learning environment. *Higher Education*, 33, 213-204.

- Entwistle, N. (1997). Reconstituting approaches to learning: A response to Webb. *Higher Education*, 33, 213-218. <https://doi.org/10.1023/A:1002930608372>
- Gonçalves, M. M., Simões, M. R., Almeida, L. S., & Machado, C. (Coords.). (2006). *Avaliação psicológica: Instrumentos validados para a população portuguesa* (Vol. I, 2ª ed.). Coimbra: Quarteto.
- Gow, L., Kember D., & Cooper, B. (1994). The teaching context and approaches to study of accounting students. *Issues in Accounting Education*, 9, 118-130.
- Jackling, B. (2005). Perceptions of the learning context and learning approaches: Implications for quality learning outcomes in accounting. *Accounting Education: An International Journal*, 14, 271-291. doi: 10.1080/06939280500036364
- Kirby, J., Knapper, C., Maki, S., Egnatoff, W., & Melle, E. (2002). Computers and students' conceptions of learning: The transition from post-secondary education to the workplace. *Educational Technology & Society*, 5, 42-53.
- Kirshner, P. A. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction*, 12, 1-10.
- Lozano, A., Uzquiano, M., Fernández, M., & Blanco, J. (2001). Procesos y estrategias de aprendizaje: Propuesta de nuevo modelo de evaluación de los enfoques de aprendizaje para el alunado de educación secundaria. In B. D. Silva & L. S. Almeida (Orgs.), *Actas do VI Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia* (pp. 23-42). Braga: Universidade do Minho.
- Lucas, U., & Mayer, H. F. (2005). Towards a mapping of the student world: The identification of variation in students' conceptions of and motivation to learn, introductory accounting. *British Accounting Review*, 37, 177-204.
- Marôco, J. (2014). *Análise estatística com o SPSS Statistics*. Pêro Pinheiro: Report Number.
- Marton, F., & Säljö, R. (1976a). On qualitative differences in learning: I – Outcomes & process. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 4-11.
- Marton, F., & Säljö, R. (1976b). On qualitative differences in learning: II – Outcome as a function of the learners conception of the task. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 115-127.
- Mayer, R. (Ed.). (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12, 107-119.
- Melo, M., & Miranda, G. L. (2015). Learning electrical circuits: The effects of the 4C-ID instructional approach in the acquisition and transfer of knowledge. *Journal of Information Technology Education: Research*, 14, 313-337. <http://www.jite.org/documents/Vol14/JITEv14ResearchP313-337Melo1752.pdf>
- Mosca, C., Makkink, A., & Stein, C. (2015). Learning approaches used by students in an undergraduate emergency medical care programme. *Afr J Health Professions Educ*, 7, 55-57. doi: 10.7196/AJHPE.393
- Paas, F. G., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & Gerven, P. W. (2003). Cognitive load measurement as a mean to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38, 63-71.
- Paiva, M. O. (2008). *Abordagens à aprendizagem e abordagens ao ensino: Uma aproximação à dinâmica do aprender no secundário*. Tese de doutoramento (manuscrito não publicado), Universidade do Minho, Braga.
- Ramsden, P. (1979). Student learning and perceptions of the academic environment. *Higher Education*, 8, 411-427.
- Ramsden, P. (2003). *Learning to teach higher education* (2nd ed.). London: Routledge.
- Snelgeove, S. R. (2004). Approaches to learning of student nurses. *Nurse Education Today*, 24, 605-614.

- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.
- van Merriënboer, J., & Kester, L. (2014). The four-components instructional design model: Multimedia principles in environments for complex learning. In R. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed., pp. 104-149). New York: Cambridge University Press.
- Zeegers, P. (2001). Approaches to learning in science: A longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 115-132. doi: 10.1348/000709901158424

4C/ID instructional design model: Effects on the students approaches to learning on 9th grade

The main purpose of this paper is to present the research results of the use of a digital learning environment, built with the four components instructional design model (4C/ID-model), on the students' approach to learning. We used the digital environment to teach the subject of electrical circuits to 9th grade students.

We formed two groups: the experimental group ($n_E=76$) in which electrical circuits were taught with the digital learning environment (student-centered strategy) and a control group ($n_C=49$) in which a conventional method (teacher-centered strategy) was used to teach the subject of electrical circuits. To assess the students approach to learning we used the "Inventário de Processos de Estudo" validated to several samples of the Portuguese student population.

The results revealed that: (1) the two groups were equivalent on the surface and deep variables in the pre-test; (2) on the post-test, for the experimental group, there was a decrease of the surface learning approach and an increase of the deep learning approach, and there were no significant changes in the control group. The analysis of the qualitative data derived from the experimental process, based on the classes' observation and in interviews with the teachers, allowed us to explain some characteristics of the digital learning environment, which allowed us to interpret the results more accurately. The multidimensional nature of the "approach to learning" construct was evident by the low effect sizes.

Key words: Students approach to learning, Deep approach, Surface approach, 4C/ID-model.

Submissão: 29/06/2016

Aceitação: 10/06/2017