

Construction and Application of Mathematical Knowledge with Autonomy

Online platforms in Higher Education

Construção e Aplicação de Conhecimento Matemático com Autonomia

Plataformas Online no Ensino Superior

Isabel Araújo

Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico de Viana do Castelo
Portugal
iaraujo@estg.ipvc.pt

Isabel Cabrita

Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Departamento da Educação
Universidade de Aveiro
Portugal
icabrita@ua.pt

Abstract — In the present educational context, driven by the Bologna Process, which provided conditions for promoting changes in educational practices, it is essential to reflect on strategies that can enhance the development of skills. The main objective of the study presented here is to investigate the use of online environments, in particular, the *M@t-educar com sucesso* platform, with students in Higher Education with the objective to develop mathematical skills. The study is based on an investigation with a predominantly qualitative and descriptive nature, and it was decided to use a case study, inquiry techniques, observation and document analysis for data collection. The results allowed us to conclude in favor of prior contents exploitation through the *M@t-educar com sucesso* platform, particularly in terms of construction and application of knowledge and the autonomy development.

Keywords - Higher Education, Online Learning Platform; Mathematics; Autonomy.

Resumo — No atual contexto educativo, impulsionado pelo Processo de Bolonha que propiciou condições promotoras para a mudança de práticas educativas, é imprescindível refletir sobre estratégias que possam potenciar o desenvolvimento de competências. O objetivo principal do estudo aqui apresentado é avaliar a influência da utilização de ambientes *online*, nomeadamente, da plataforma *M@t-educar com sucesso*, em alunos do Ensino Superior, ao nível do desenvolvimento de competências matemáticas. O estudo assenta numa investigação de natureza predominantemente qualitativa e descritiva, tendo-se optado pelo estudo de caso, pelas técnicas de inquirição, de observação e de análise documental para recolha de dados. A análise dos resultados permitiu concluir favoravelmente quanto à exploração prévia dos conteúdos através da plataforma *M@t-educar com sucesso*, nomeadamente, ao nível da construção e da aplicação de conhecimento e do desenvolvimento da autonomia.

Palavras Chave - ensino superior; plataformas de aprendizagem online; matemática; autonomia.

I. INTRODUÇÃO

A conjuntura da sociedade atual, cada vez mais exigente, impõe mudanças nas instituições de ensino superior, nomeadamente de forma a garantir-se um sistema educativo de qualidade, que permita dotar os estudantes de competências indispensáveis à sua realização pessoal, social e profissional e muni-los com as capacidades necessárias para prosseguirem a aprendizagem ao longo da vida, em contexto de mudança e inovação contínuas [1]. O Processo de Bolonha constitui-se uma oportunidade para se proceder à necessária mudança de paradigmas, efetivando-se um processo educativo mais centrado nos estudantes, em direção a metodologias ativas [2]. A Matemática é reconhecida como a ciência que faculto o desenvolvimento do raciocínio aplicável a qualquer outra área do saber e indispensável para entender o mundo e para a cultura individual [3]. A sua importância no quotidiano dos cidadãos e na sua formação é consensual [4], sendo uma das áreas patente em inúmeros planos de estudos de cursos do ensino superior. Contudo, é uma das áreas mais geradoras de insucesso escolar e mesmo educativo, pelo que continua a merecer a preocupação das mais diversas entidades a nível nacional e internacional [5].

Diversos estudos permitem concluir das vantagens do uso das tecnologias *online* [6][7][8], nomeadamente, de ambientes virtuais de aprendizagem, geradores de novos espaços para o desenvolvimento de competências. Uma das áreas que mais pode beneficiar desta realidade é a da Matemática. Por isso, tem-se desenvolvido algumas plataformas de apoio à aprendizagem da Matemática. No entanto, ainda persistem dúvidas quanto ao seu real valor para a aprendizagem, em particular ao nível do ensino superior, sendo pertinente

continuar a investigar nesta área. Neste sentido, ao longo deste estudo analisa-se a influência da utilização da *plataforma M@t-educar com sucesso* antes dos conteúdos serem abordados em sala de aula, não só ao nível da construção e aplicação de conhecimentos matemáticos como também ao nível do desenvolvimento de autonomia. Neste artigo, apresenta-se o caso de um estudante que utilizou semanalmente a plataforma ao longo da temática de Cálculo Integral, descrevendo-se esse percurso e avançando-se com comentários reflexivos sobre o mesmo.

II. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Nas últimas décadas, vive-se o fenómeno irreversível da “globalização” [1], tendo ocorrido várias mudanças ao nível tecnológico e económico-social que interferiram na sociedade contemporânea, ao nível da maneira de estar, comunicar e pensar. A Sociedade da Informação, suportada pelas tecnologias de armazenamento e transmissão de dados, evoluiu para a Sociedade da Informação e Comunicação, na qual é possível estabelecer comunicações em condições cada vez mais favoráveis relativamente à quantidade, rapidez e credibilidade, e que se deseja que se possa constituir numa verdadeira Sociedade do Conhecimento [9][10].

O conhecimento é hoje considerado um pilar da riqueza e do poder das nações, desempenhando um papel fundamental na sociedade contemporânea. A Europa, de acordo com o Decreto-Lei nº 42/2005, aspira tornar-se no “espaço económico mais dinâmico e competitivo do mundo, baseado no conhecimento e capaz de garantir um crescimento económico sustentável e com maior coesão social”. É reconhecida a importância das Instituições de Ensino Superior como centros de excelência do conhecimento, devendo assumir um papel mais ativo no desenvolvimento económico, político e social ao nível Europeu. Neste contexto, desenvolveu-se o Processo de Bolonha, como impulsionador da construção de um Espaço Europeu do Ensino Superior no sentido da coesão europeia. Este processo incentivou a mudança para um sistema educativo mais dinâmico que apela ao debate e à reflexão, onde os estudantes são protagonistas das suas próprias aprendizagens. Tal como referido por Soares [11], o Processo de Bolonha é uma oportunidade para promover “uma profunda alteração de paradigmas, de modelos e de metodologias” (373).

Educar numa cultura de mudança implica educar para uma permanente readaptação, a fim de evitar desfasamentos entre a “vida real” e a “vida escolar” [12]. Daí, a necessidade de, também e principalmente neste nível de ensino, se mudar para um modelo educativo mais dinâmico que apele ao debate e à reflexão, transformando a informação em conhecimento. O professor deve ser um guia, um mediador entre os alunos, os seus conhecimentos e o mundo, sendo um facilitador de todo o processo e encorajando os alunos para aprender a aprender. Por outro lado, deve estimular a imaginação dos estudantes de modo a conduzi-los à redescoberta e dotá-los com as competências indispensáveis à sua futura realização pessoal, social e profissional, promovendo a aprendizagem ao longo da vida e de forma autónoma, um termo chave do Processo de Bolonha. Assim, o estudante deverá ser mais pró-ativo na

construção do seu próprio conhecimento, ser mais autónomo e responsável pela sua aprendizagem. Considera-se autonomia como a capacidade de o aluno gerir a sua própria aprendizagem e que o aluno autónomo e autorregulador da sua aprendizagem é capaz de adotar respostas flexíveis aos problemas e obstáculos que se lhe surgem [13], o que exige uma implicação no processo de aprendizagem.

As tecnologias, principalmente as *online*, podem constituir-se um forte aliado em todo este processo, permitindo gerir, de um modo mais rápido e diversificado, a informação e contribuir para um ensino e uma aprendizagem de qualidade, [14][15]. De entre elas, destacam-se os ambientes virtuais de aprendizagem, desde plataformas simples e gratuitas até licenciadas ou específicas para determinados fins educacionais, que geram novos espaços para a construção do conhecimento [14].

A Matemática tem sido reconhecida como fundamental na formação dos cidadãos, contribuindo para o desenvolvimento de indivíduos, estimulando uma maneira de pensar e de comunicar importantes para a vida social quotidiana, servindo as necessidades de todos os cidadãos. A sua importância no dia-a-dia pessoal e profissional é consensual. Cada vez mais o mercado de trabalho exige uma compreensão e aplicação avançada da Matemática, pois tem aplicabilidade em diversos domínios científicos estando, portanto, na base do desenvolvimento da ciência e das tecnologias. No entanto, é das áreas na qual o insucesso escolar é uma realidade, pelo que tem sido alvo de reflexão não só em Portugal como ao nível internacional, tendo-se tomado medidas a nível europeu no âmbito do Processo de Bolonha [5].

Algumas dessas medidas envolvem a construção de algumas plataformas como o Pmate, iMática e *M@t-educar com sucesso* [8][15][16].

A plataforma *M@t-educar com sucesso*, objeto do presente estudo, está disponível em <http://www.estg.ipvc.pt/mat/> e visa introduzir, no processo de ensino e de aprendizagem da matemática, ambientes inovadores apoiados em adequados recursos digitais que, por um lado, conduzam o aluno na exploração, compreensão e aplicação de conceitos matemáticos e, por outro, promovam a análise crítica dos métodos empregues e dos resultados obtidos. Para tal, e recorrendo-se a componentes visuais, como animações e imagens de representações gráficas que auxiliam a clarificação de alguns conceitos, desenvolveram-se guiões digitais com os quais o aluno poderá, ao seu próprio ritmo, e de forma autónoma e mais dinâmica, construir o seu conhecimento matemático, explorando, conjeturando, investigando, descobrindo, testando conceitos, garantindo-se um papel mais ativo no processo educativo. O aluno aprende fazendo, através de opções, reflexões, análise das ações, mudança de opções e avaliação de soluções [17]. De facto, o fomento da autonomia é um eixo estruturante no processo de aprendizagem dos alunos [13].

III. MÉTODO

A fim de estudar as potencialidades da plataforma *M@t-educar com sucesso*, desenvolveu-se um estudo que persegue

como principal objetivo avaliar a influência da exploração prévia desta plataforma como parte integrante da metodologia de aprendizagem da temática de Cálculo Integral no desenvolvimento da construção e aplicação do conhecimento com autonomia, manifestada pela capacidade de os estudantes autorregular as suas aprendizagens e o seu desempenho na execução das tarefas propostas.

A. Opções metodológicas

Atendendo aos propósitos do estudo, é inevitável um estudo minucioso da utilização da plataforma *M@t-educar com sucesso*, por parte dos alunos, em contexto real. Atendendo à complexidade do objeto de estudo e com o intuito de melhor compreender, optou-se por uma abordagem qualitativa de investigação [18], assente num paradigma construtivista [19]. Mais ainda, pretende-se compreender a influência desta plataforma no desenvolvimento de competências matemáticas, nomeadamente de autonomia, pelo que se optou pela estratégia de estudo de caso [20], uma vez que permite estudar, de uma forma pormenorizada, um fenómeno particular em contexto real, utilizando-se múltiplas fontes de evidência (qualitativas e quantitativas).

B. Seleção do caso

O estudo ocorreu no segundo semestre do ano letivo 2010/2011, em ambiente académico normal, na Unidade Temática de Cálculo Integral da Unidade Curricular de Cálculo Infinitesimal do 1º Ano do Curso Superior de Gestão e a primeira autora deste artigo assumiu a dupla função de professora e investigadora principal. De entre todos os alunos, considerou-se pertinente estudar alguns em profundidade, tendo-se selecionado os alunos de acordo com os seguintes critérios: responderem a todos os questionários, realizarem o teste, nas três modalidades, e entregarem todos os guiões semanais.

No âmbito deste artigo, apresenta-se um desses casos cujo desempenho se enquadra no registado pela maioria dos alunos, designadamente no que respeita à resolução dos guiões; à evolução registada do pré- para os pós-testes e à opinião relativa à plataforma.

C. Técnicas e instrumentos de análise de dados

No presente estudo optou-se por uma diversidade de técnicas de recolha de dados, suportadas por diversos instrumentos, consolidando o fenómeno em estudo e, assim, conferindo-lhe credibilidade [20]. Mais ainda, os métodos e técnicas de recolha de informação foram utilizados, ao longo do estudo, de forma a obter informação suficiente e pertinente. Para isso, procedeu-se à recolha e organização dos dados de múltiplas fontes e de forma sistemática [21].

Neste estudo, privilegiou-se a inquirição, por questionário, pois este tipo de instrumento permite obter informações sobre determinado fenómeno, através de questões que refletem atitudes, opiniões, percepções, interesses e comportamentos de um conjunto de indivíduos. Foram aplicados três tipos de questionários: no início do semestre – com o objetivo de caracterizar os alunos; durante a implementação do estudo – semanalmente, no final da última aula e com o objetivo de autoavaliar os alunos; e no final do estudo – com o principal

objetivo de conhecer a opinião dos alunos sobre a plataforma *M@t-educar com sucesso* e avaliar a metodologia adotada na sua exploração. Um ano após a implementação do estudo empírico optou-se pela realização de uma entrevista, como a melhor forma de conhecer as opiniões, atitudes e percepções dos estudantes sobre a utilização da plataforma, caso ainda existissem dúvidas após a análise dos dados recolhidos ao longo do estudo.

Recorreu-se, ainda às técnicas da observação, direta e participante, e da análise documental [22]. E usaram-se instrumentos diversificados como: diário de bordo, registos disponíveis na plataforma *M@t-educar com sucesso*, respostas às tarefas propostas nos Guiões de Estudo, teste de avaliação de aprendizagens (foi aplicado na modalidade pré-teste, pós-teste I e pós-teste II) e alguns *emails* dos alunos. Foi, assim, possível compreender a realidade do ponto de vista de quem faz parte do processo [20].

D. Descrição do estudo

No início do semestre, os alunos foram esclarecidos relativamente ao funcionamento da Unidade Curricular e informados que a unidade temática de Cálculo Integral seria alvo de investigação. Antes do início desta temática, responderam a um questionário de caracterização e efetuaram, individualmente, um pré-teste, que serviu um duplo propósito - avaliação diagnóstica e, posteriormente, permitiu avaliar a evolução dos alunos, por comparação com os resultados dos pós-testes. Na primeira aula desta Unidade Temática, os alunos foram elucidados quanto ao seu funcionamento: semanalmente, teriam que responder às tarefas propostas no Guião de Estudo (GE), facultado na plataforma *Moodle* e, nas aulas presenciais da semana seguinte seriam discutidos os temas já pré-explorados pelos alunos e iam ser realizadas tarefas de natureza diversa, para avaliar a sua capacidade para aplicar os conhecimentos construídos através da exploração autónoma e autorregulada da plataforma *M@t-educar com sucesso*. Informou-se, ainda, que a componente prática de avaliação desta unidade temática estaria sujeita à entrega atempada das respostas a todos os guiões. Durante este estudo, foram realizados quatro guiões de estudo: o primeiro guião (GE_I) – a noção de integral definido e integral indefinido, integração imediata e quase imediata e a aplicação dos integrais ao cálculo de áreas de figuras planas; o segundo (GE_II) – integração imediata e quase imediata considerando funções exponenciais e logarítmicas, funções trigonométricas diretas e inversas e integração por substituição; o terceiro (GE_III) – integração por partes e integração de funções racionais e o quarto (GE_IV) – outras aplicações dos integrais definidos, como comprimentos de linhas, áreas de superfícies de revolução, volumes de sólidos de revolução e integrais impróprios.

Durante o período em que decorreu a abordagem da temática, foi proposto aos alunos a resolução individual de tarefas de natureza diversa, que posteriormente eram discutidas ao nível da turma. Assim, promoveu-se a realização autónoma de tarefas e a utilização dos guiões disponíveis na plataforma *M@t-educar com sucesso*. Na última aula de cada semana foi aplicado o questionário de autoavaliação semanal.

No final da unidade temática, realizou-se o pós-teste (I) e aplicou-se o questionário de opinião sobre a plataforma *M@t-educar com sucesso* e sobre a metodologia adotada. Um mês depois, realizou-se o pós-teste (II). E, um ano após este período procedeu-se a uma entrevista a fim de se esclarecerem algumas dúvidas ainda persistentes.

E. Tratamento dos dados

Os dados foram alvo de análise de conteúdo de tipo categorial [22]. As categorias foram definidas recursivamente, tendo-se considerado duas categorias: características da plataforma – envolve a facilidade de acesso, a diversidade e qualidade de informação, a clareza da linguagem, a adequação da organização e a existência de feedback; e o impacto da plataforma na aprendizagem dos alunos – engloba a promoção de resolução das tarefas, o desenvolvimento de autoaprendizagem, a construção do conhecimento e o incremento pelo interesse em estudar Matemática. A apresentação de dados é essencialmente descritiva, recorrendo-se a evidências de respostas dos alunos a diversos instrumentos aplicados e aos registos do diário de bordo.

IV. ANÁLISE DE DADOS

A. Apresentação do caso

O caso apresentado no âmbito deste artigo – Marina (nome fictício) – é muito discreta e bastante reservada. Esta aluna indicou que gostava de Matemática, de resolver problemas, e de estudar sozinha, mas assinalou não procurar ultrapassar individualmente as suas dúvidas. Também assinalou não gostar de desafios/jogos matemáticos. Mais ainda, considerou que a matemática é muito difícil e que não tinha apetência por esta disciplina assim como não ser boa aluna nesta área do saber. Contudo, reconheceu que a Matemática é *Muito importante* para a sua formação. Quanto a dispositivos com acesso à web, Marina indicou possuir um computador portátil e que acedia à Web a partir da sua habitação, em tempo de aulas, diariamente em média 2 horas. Também indicou utilizar serviços e ferramentas da Web para pesquisar recursos, desenvolver tarefas em grupo, partilhar recursos, comunicar e enviar documentos e/ou ficheiros. Classificou de *Pouco* o seu grau de conhecimento em relação às ferramentas de comunicação assíncrona e aos serviços para o armazenamento e partilha de ficheiros. Mais ainda, indicou de *Razoável* o seu conhecimento sobre as redes sociais e de *Bom* as ferramentas de comunicação síncrona. Porém, indicou não conhecer as ferramentas de “*Social Bookmarking*” e as plataformas de ensino e de aprendizagem. No âmbito do estudo da matemática, a aluna, quanto ao grau de frequência de utilização, indicou *Raramente* usar as ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona, e em relação às restantes ferramentas e recursos da Web, assinalou *Não uso*. Contudo, a aluna considerou *Importante* as ferramentas de comunicação síncrona e as plataformas de e-learning, tendo indicado *Não sei* relativamente aos serviços para o suporte ao trabalho colaborativo, e às plataformas de ensino e de aprendizagem. Todavia, considerou *Pouco importante* as ferramentas de comunicação assíncrona e *Nada importantes* as redes sociais, blogues e os serviços para o armazenamento e partilha de ficheiros, no estudo da matemática.

B. Desenvolvimento de competências

Marina, no pré-teste, revelou não ter conhecimentos nesta temática. Nesta prova, não tentou responder a qualquer das tarefas, tendo obtido como classificação final 0 valores. Esta aluna, durante o estudo, acedeu à plataforma 8 vezes, tendo efetuado acessos de, em média, 79 minutos. De acordo com os registos disponíveis na plataforma *M@t-educar com sucesso*, a aluna realizou: na 1ª semana – 2 acessos durante 143 minutos. No primeiro acesso, de 122 minutos, a aluna explorou 11 tarefas e consultou a área de *downloads* – *Integrais_parte I*; no segundo acesso, com duração de 21 minutos, acedeu a 5 tarefas e consultou, também, a área de *downloads* – *Integrais_parte I*; na 2ª semana – 2 acessos durante 179 minutos. No primeiro acesso, de 44 minutos, explorou 15 tarefas; no segundo acesso, com duração de 135 minutos, acedeu a 18; na 3ª semana – 3 acessos durante 240 minutos. No primeiro acesso, de 15 minutos, a aluna acedeu a 9 tarefas; no segundo acesso, com duração de 32 minutos, acedeu a 4 tarefas e no terceiro acesso, de 193 minutos, explorou 11 tarefas; na 4ª semana – 1 acesso durante 9 minutos, tendo acedido a 3 tarefas.

Em todas as semanas, explorou os guiões dinâmicos. O mesmo não aconteceu relativamente aos guiões digitais, o que poderá estar relacionado com o facto de estes estarem também disponíveis na página Web da unidade curricular no *Moodle*. Mais ainda, Marina entregou sempre atempadamente os guiões de estudo, tendo tentado resolver as tarefas neles propostas, apesar de saber que poderia entregá-los referindo que tinha dúvidas ou não conseguia resolver (TABELA I)

TABELA I PERCENTAGEM DE RESPOSTAS INICIADAS E CORRETAS DE MARINA NOS GUIÕES DE ESTUDO (%).

	GE_I	GE_II	GE_III	GE_IV
Respostas iniciadas	100	86	80	50
Respostas corretas	0	0	40	17

Para melhor se compreender e analisar a dimensão da construção e aplicação do conhecimento com autonomia, veja-se o desempenho semanal da aluna ao longo das quatro semanas de implementação deste estudo. Na primeira semana do estudo, correspondente ao primeiro guião de estudo, GE_I, verifica-se que Marina, embora tenha tentado realizar todas as tarefas, não resolveu corretamente qualquer uma delas, tendo sido capaz de responder corretamente apenas a uma parte de uma questão. Deste modo, revelou muitas dificuldades em aplicar os conteúdos explorados antes de serem abordados em sala de aula. Na 2ª semana, verifica-se que tentou resolver 86% das tarefas propostas, não tendo conseguido resolver corretamente alguma delas. No entanto, Marina, nas suas respostas, revela que já possuía alguns conhecimentos relativos ao Cálculo Integral, sendo capaz de identificar algumas primitivas quase imediatas. Veja-se a resposta da aluna na figura seguinte, na qual iniciou corretamente a tarefa, calculando a medida da área através da adição de dois integrais e determinando as primitivas das funções integrantes, mas não o fez bem. É curioso o comentário da aluna, pois revela capacidade de reflexão face aos resultados.

$$2. b) \int_0^{\pi} C \cdot (3 \sin t + 2 \cos^2 t) dt = \int_0^{\pi} 3 \sin t + 2 C \cos^2 t dt = \int_0^{\pi} 3 \sin t dt + 2 \int_0^{\pi} \cos^2 t dt$$

$$= \left[-3 \cos t - \frac{C}{3} t \right]_0^{\pi} + \left[-3 \cos t + \frac{C}{3} t \right]_0^{\pi} = \left[-3 \cos(\pi) - \frac{C}{3} \pi \right] - \left[-3 \cos(0) - \frac{C}{3} \cdot 0 \right] + \left[-3 \cos(\pi) + \frac{C}{3} \pi \right] - \left[-3 \cos(0) + \frac{C}{3} \cdot 0 \right]$$

$$= 3 - 3 \cos(\pi) - \frac{C}{3} \pi + 3 \cos(0) + \frac{C}{3} \pi - 3 + 3 \cos(\pi) - \frac{C}{3} \pi + 3 \cos(0) - \frac{C}{3} \pi = 0$$

Figura 1. Resposta de Marina à questão 2. do GE_III

No GE_III, correspondente à 3ª semana, a estudante tentou responder a 80% das tarefas e resolveu corretamente 40% do guião. Das tarefas que tentou resolver, verifica-se que explorou os conteúdos mas teve dificuldade em compreendê-los e aplicá-los. A aluna compreendeu que é necessário decompor uma fração racional numa soma de frações parciais. No entanto, revela não ser capaz de o fazer. Tal como na semana anterior, a aluna mostrou ter adquirido alguns conhecimentos matemáticos relacionados com o cálculo de integrais, tendo sido capaz de aplicar conteúdos explorados previamente na plataforma de forma autorregulada. Na última semana, relativa ao GE_IV, Marina procurou resolver tarefas não propostas no guião GE_IV, apesar de não ter resolvido todas as propostas nesse guião. Não resolveu as tarefas relacionadas com a aplicação dos integrais definidos ao cálculo da medida do comprimento de uma linha e ao cálculo da medida da área de uma superfície e do volume de sólidos de revolução. Entre as tarefas propostas, conseguiu resolver uma das relacionadas com integrais impróprios (que corresponde a 17% das tarefas propostas no guião). Mais ainda, Marina tentou resolver as restantes tarefas não propostas no GE_IV. Veja-se a resposta da aluna a uma dessas tarefas (Figura 2).

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{x^2} dx = \lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t \frac{1}{x^2} dx = \lim_{t \rightarrow \infty} \left[-\frac{1}{x} \right]_0^t = \lim_{t \rightarrow \infty} \left(-\frac{1}{t} + \frac{1}{0} \right) = \infty$$

Figura 2. Resposta de Marina à tarefa 2 do GE_IV

Verifica-se uma evolução da capacidade de resolução das tarefas propostas nos guiões, que foi concretizada antes de os conteúdos serem abordados na sala de aula, com a professora, tendo a aluna explorado os conteúdos na plataforma M@t-educar com sucesso. Note-se que, relativamente ao GE_IV, a aluna conseguiu identificar e iniciar corretamente a resolução de integrais impróprios. Comparando a resolução das tarefas deste guião com o GE_I, verifica-se que Marina evoluiu ao nível da compreensão dos conteúdos que explorou sem apoio da professora, conseguindo de certa forma aplicá-los revelando, assim, ter maior capacidade de estudar individualmente. O desempenho da aluna no último guião de estudo não é idêntico ao do primeiro, o que não é alheio ao desenvolvimento da capacidade de autonomia e, conseqüentemente, da construção e aplicação de conhecimento, sem que os conteúdos tenham, ainda, sido abordados em sala de aula. Tal evolução também foi evidente nas aulas pois, contrariando o registado no início do estudo – “Como os alunos se mostraram pouco recetivos em

participar, questionei-os nominalmente, obtendo de um modo geral respostas corretas.” (diário de bordo, 21 de março de 2011) – na semana relativa ao GE_IV, “Quase todos os alunos participaram na resolução das tarefas” (diário de bordo, 12 de abril de 2011), sendo a Marina representativa deste grupo de alunos. Mais ainda, as respostas da aluna aos questionários de autoapreciação semanal estão em concordância com o seu desempenho ao longo deste estudo, tendo em atenção as respostas com enfoque na autonomia e construção do conhecimento. Relativamente à plataforma, Marina indicou, em todas as semanas, que Muitas vezes “A resolução das tarefas propostas contribuiu para o desenvolvimento de capacidades de resolução de problemas” e que “A exploração dos guiões e a resolução das tarefas propostas contribuíram para a construção de conhecimento relativo aos conteúdos neles envolvidos” o que revela que para esta aluna a plataforma contribuiu para a construção do conhecimento de Cálculo Integral. Também indicou que Muitas vezes “A resolução das tarefas propostas no Guião de estudo contribuiu para o desenvolvimento de competências de autonomia na resolução de tarefas propostas na sala de aula”, em todos os guiões, e “Resolvi autonomamente as tarefas propostas”, excetuando o GE_I, em contexto de sala de aula e os dois primeiros guiões relativamente à plataforma, que classificou de Algumas vezes. As respostas de Marina sugerem que a plataforma M@t-educar com sucesso pode ter contribuído para o desenvolvimento de capacidades de autonomia que se foi refletindo no seu desempenho, quer nos guiões quer em sala de aula.

Os resultados nos testes de aferição de conhecimentos reforçam a hipótese de existir progresso na aquisição de conhecimentos de Cálculo Integral. Importa, agora, analisar as respostas de Marina nos dois pós-testes (Tabela II).

TABELA II COTAÇÕES DAS TAREFAS REALIZADAS POR MARINA NO PRÉ-TESTE, PÓS-TESTE I E PÓS-TESTE II.

Nome	Questão										Nota Final
	1					2		3	4		
Pré-teste	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Pós-teste I	0,8	0	1	2	2	0,7	1	2	2	-	11,5
Pós-teste II	1	1,5	0,8	-	2,5	0,3	1	-	-	1,5	8,6

Marina, no pós-teste I, revela ter adquirido alguns conhecimentos de Cálculo Integral, tendo sido capaz de determinar corretamente alguns integrais indefinidos e definidos, nos pós-testes, os quais não tinha tentado resolver no pré-teste. Curiosamente, em relação a duas questões, nas quais no pós-teste I, obteve classificação nula (uma porque resolveu mal e a outra porque nem tentou resolver), a aluna melhorou o seu desempenho no pós-teste II. A questão 1. b), que no pós-teste I resolveu incorretamente, no pós-teste II conseguiu resolvê-la corretamente. A outra, a questão 3) que, no pós-teste I, nem tentou resolver, no pós-teste II, começou a resolver corretamente, aplicando conceitos adquiridos ao longo do semestre. É de referir que se trata de um problema, cuja resolução implicava aplicação de conhecimentos de Cálculo Integral. Apesar de a aluna não obter classificação positiva no pós-teste II, tais resultados permitem confirmar que houve construção de conhecimento, sendo a aluna capaz de o aplicar.



Segundo as respostas de Marina ao Questionário de opinião sobre a plataforma, esta permite autorregular a aprendizagem, facilita o estudo, possibilita navegar entre a “teoria” e a “prática”, é útil no apoio ao estudo autónomo, sendo uma mais-valia para a aprendizagem. Pode-se assim concluir que esta metodologia fomentou o desenvolvimento de capacidade de autonomia, visto que lhe possibilitou explorar novos conhecimentos e aplicá-los, tendo a plataforma contribuído para tal facto. Mais ainda, a aluna indicou Concordo Bastante que “A utilização da plataforma ajudou a compreender os conteúdos” e que “Com a utilização desta plataforma é possível acompanhar melhor a matéria”, e, na última questão, relativamente à plataforma referiu que os guiões: *“ajudam na interiorização da matéria, pois, ao vermos a matéria e depois na aula a professora explicar, penso que fazia com que o tempo que se usava para a aprendizagem da nova matéria fosse menor para nós. Nós compreendíamos mais rapidamente”*. Esta resposta foi considerada na segunda categoria de análise - impacto da plataforma na aprendizagem dos alunos. As suas respostas ao questionário são um indício de que esta plataforma poderá ter ajudado a aluna na construção de conhecimento na temática de Cálculo Integral, tendo revelado, em algumas tarefas, ser capaz de o aplicar em novas situações. Na entrevista, Marina, quando questionada sobre como estudava sem acesso à plataforma, diz que: *“Tentaria resolver exercícios, através dos exercícios que já tinha resolvido na sala de aula. Nunca pegaria na matéria nova porque não era capaz disso, pegaria sempre na matéria que tinha dado na aula anterior”*. Mais à frente refere: *“Na altura em que estava a usar a plataforma ... lá está, era revoltante porque dava torto... Não fazia muito sentido para mim. Mas agora, olho para trás, e vejo que era muito melhor se este ano tivesse a plataforma e, em outras cadeiras até, do que não ter. E acho que isso ajudava a que, pelo menos a mim, ajuda-me a que eu fosse e estivesse mais aplicada na cadeira e tentasse procurar como se fazia, como não se fazia, tinha mais exercícios para analisar”*. Da análise efetuada, poder-se-á afirmar que a Marina construiu conhecimentos matemáticos de Cálculo Integral e que a exploração prévia da plataforma *M@t-educar com sucesso* antes de os conteúdos serem abordados na sala de aula contribuiu para esse facto, tendo, de certa forma contribuído para o desenvolvimento de capacidades de autonomia.

V. CONCLUSÕES

De acordo com as respostas aos guiões de estudo e os resultados obtidos do teste de avaliação das aprendizagens, verifica-se que esta metodologia – assente na exploração prévia dos conteúdos antes de serem abordados em sala de aula na plataforma *M@t-educar com sucesso* – proporcionou a construção de conhecimento na temática de Cálculo Integral, tendo Marina sido capaz de aplicar o que aprendeu, resolvendo total ou parcialmente algumas das tarefas que lhe foram propostas. Também foi possível reconhecer uma evolução positiva ao nível de atitudes, tendo-se constatado que, nos pós-testes, procurou responder a quase todas as questões, mesmo as que não sabia (o que não ocorreu no pré-teste). Este estudo de caso sugere que houve desenvolvimento de capacidade de autonomia, tendo esta aluna mostrado, ao longo do estudo, uma

evolução na capacidade de resolução de tarefas sem apoio do professor, contribuindo para uma mudança de atitude. E, assim sendo, revelando-se mais autónoma para enfrentar novos desafios.

Mais ainda, dos resultados obtidos principalmente através dos questionários e da entrevista, é possível apurar que Marina reconhece relevância na utilização da plataforma *M@t-educar com sucesso* como apoio ao estudo, nomeadamente da Matemática e, em particularmente, da temática de Cálculo Integral. Este estudo corrobora que ambientes virtuais de aprendizagens podem ser promotores de autorregulação das aprendizagens dos alunos, contribuindo para a formação de alunos mais autónomos e mais participativos nas suas aprendizagens, em concordância com o espírito do Processo de Bolonha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bernheim, C., and Chauí, M., “Desafios da Universidade na sociedade do conhecimento”. Brasília: UNESCO, 2008.
- [2] Nóvoa. “Professores, Imagens do Futuro Presente”. Lisboa: EDUCA, 2009
- [3] Lima, E., “Matemática e ensino”, Lisboa: Grávida, 2004.
- [4] Earls, J., and Holbrook, K., “Mathematics and Science – The Keys to Success in Today’s World. Science and Mathematics - A Formula for 21st Century Success”. Education Policy Advisory Council, 2007, pp.3-5.
- [5] Conselho da União Europeia. Conclusões do Conselho de 12 de Maio de 2009 sobre um quadro estratégico para a cooperação europeia no domínio da educação e da formação («EF 2020»). In “Jornal Oficial da União Europeia”, 2009.
- [6] Youssef, A., and Dahmani, M., The Impact of ICT on Student Performance in Higher Education: Direct Effects, Indirect Effects and Organisational Change. “Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento”, vol 5(1), 2008, pp. 45-56.
- [7] Bri, D., Garcia, M., Coll, H., & Lloret, J., A study of virtual learning environments. “WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education”, vol 6(1), 2009, pp. 33-43.
- [8] Pais, S., Cabrita, I., and Anjo, A., The Use of Mathematics Education Project in the Learning of Mathematical Subjects at University Level. “International Journal of Education”, vol 3(1), 2011.
- [9] Hargreaves, A., “O Ensino na Sociedade do Conhecimento: a educação na era da insegurança”. Coleção Currículo, Políticas e Práticas. Porto: Porto Editora, 2003.
- [10] Urkijo, M., Investigación: Integración de las TIC en centros de ESO. “ISELIVEP”, 2004.
- [11] Soares, Engenharia, In AA. “Processo de Bolonha - Pareceres dos Coordenadores por Áreas de Conhecimentos”, vol. 373. UL, 2004.
- [12] Feroso, P., Cultura: el medio cultural y tecnológico como condicionante de la educación. “Filosofía de la Educación Hoy”. Madrid, Dykinson, 1989.
- [13] Rosário, P., Soares, S., Núñez, J., and González-Pienda, J., Autoregulação da aprendizagem em contexto escolar: questões e discussões. In Vieira, et al. (Orgs.). “Actas do 2º encontro do grupo de trabalho-Pedagogia para a autonomia: Pedagogia para a autonomia – resistir e agir estrategicamente”, pp. 21-30. Braga: Univ. Minho, 2003.
- [14] Bettentuit Junior, J. and Coutinho, C., Do e-Learning tradicional ao e-Learning 2.0. “Revista Prisma.com”, vol. 8, 2009, 63-76.
- [15] Isotani, S., Sahara, R. and Brandão, L., iMática: Ambiente interativo de apoio ao ensino de matemática via internet. “Anais do Workshop sobre Informática na Escola, XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação”, 2001, pp. 533-543.
- [16] Araújo, I, Mesquita, T, Dias, S. and Faria, P., M@t-educar com sucesso – uma plataforma de aprendizagem. In “XXI SIEM – Seminário de Investigação em Educação Matemática”, Aveiro, 2010.

- [17] Eça, T., “NetAprendizagem – A Internet na educação”. Porto: Porto Editora, 1998.
- [18] Denzin, N. and Lincoln, Y., “Handbook of qualitative research”. Thousand Oaks, CA: Sage, 2000.
- [19] Mertens, D., “Research Methods In Education and Psychology: Integrating Diversity with Quantitative & Qualitative Approaches”. London: Sage Publications, 1998.
- [20] Yin, R., “Estudos de caso. Planejamento e Métodos”. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- [21] Dooley, L., “Case Study Research and Theory Building”. Advances in Developing Human Resources, vol 4, 2002, pp. 335-354.
- [22] Bardin, L., “Análise de Conteúdo”. Edições 70, Lda. Lisboa, 2009.

